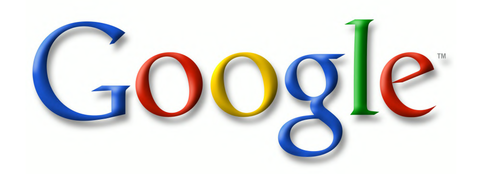
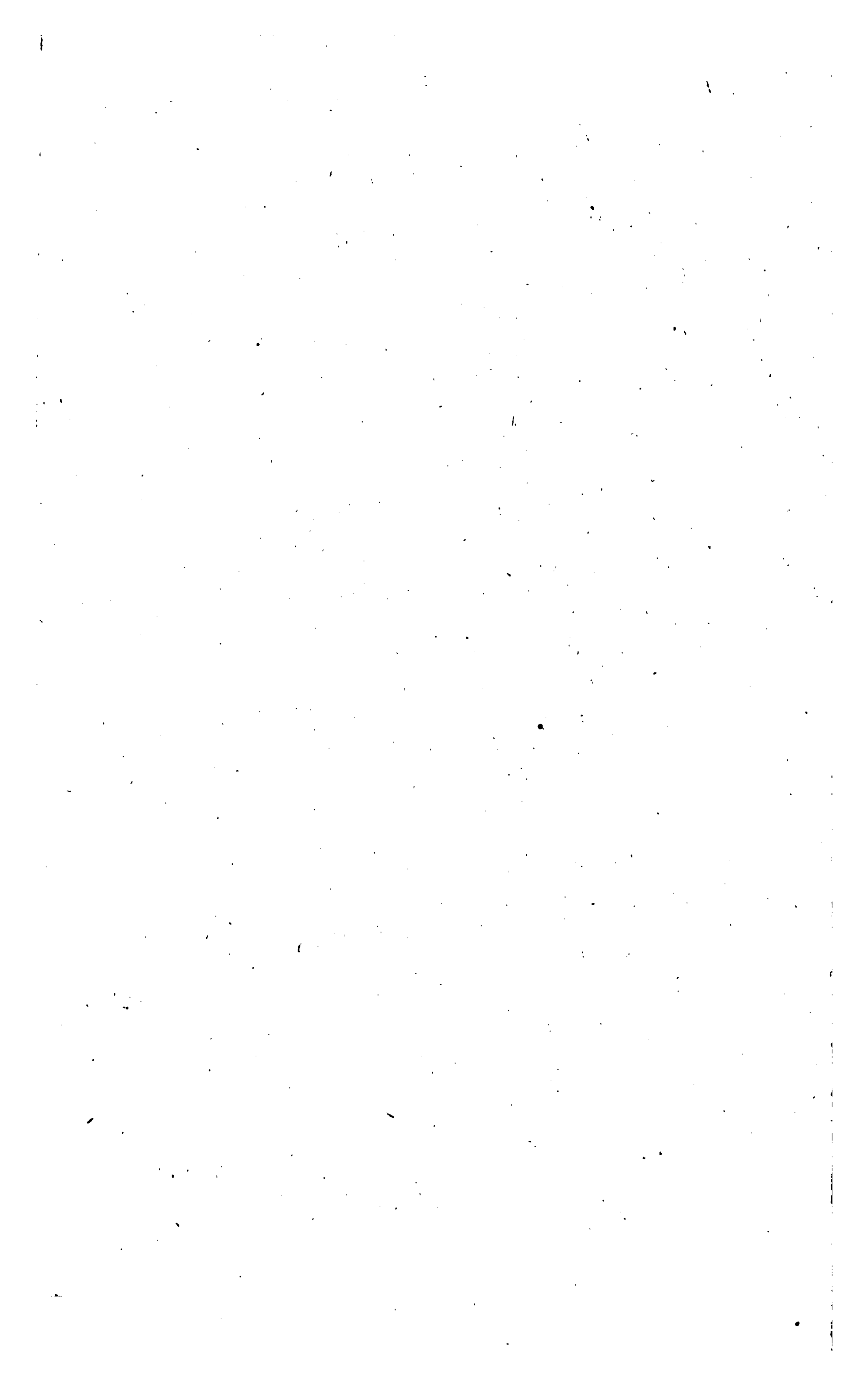
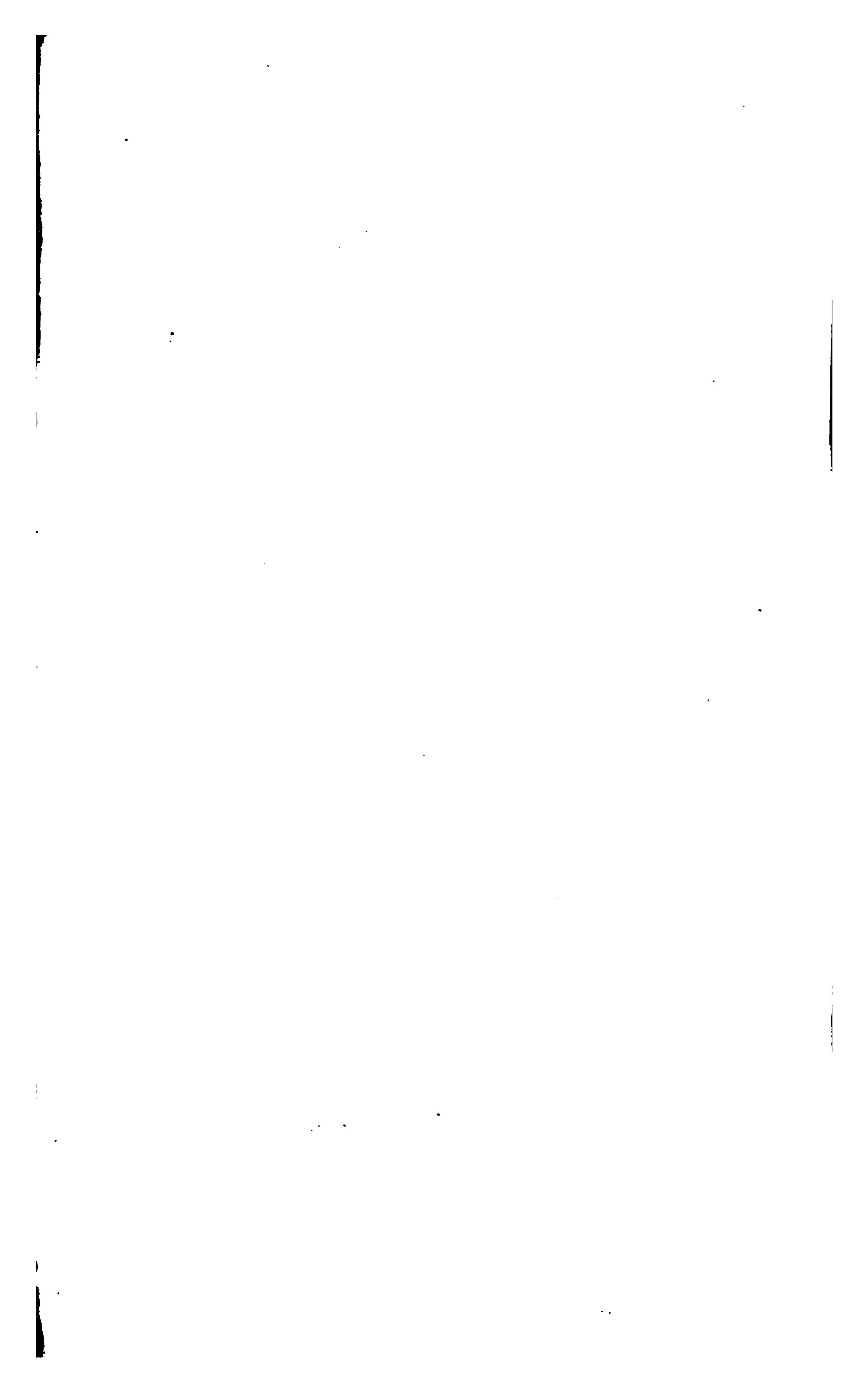








SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

HUNDERTZWEITER BAND.

WIEN, 1893.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

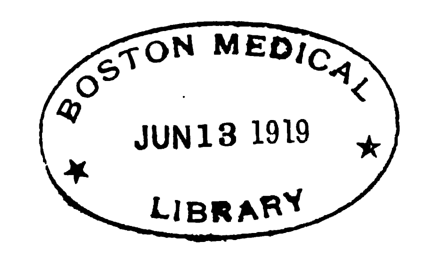
CII. BAND. ABTHEILUNG III.

JAHRGANG 1893. — HEFT I BIS X.

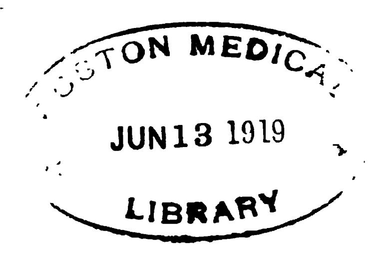
(MIT 18 TAFELN UND 18 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1893.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.


BOSTON MEDICAL
JUN 13 1919
LIBRARY

INHALT.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. I. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

I. SITZUNG VOM 5. JÄNNER 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz und stellt den Antrag, dass der Herr Generalsecretär der kaiserl. Akademie ersucht werde, der Frau Gemalin des Herrn Vicepräsidenten Hofrathes Stefan das tiefe Bedauern über dessen schwere Erkrankung im Namen der Classe mit dem Wunsche auf baldige Wiedergenesung auszudrücken.

Die Mitglieder der Classe stimmen diesem Antrage unter allgemeiner Theilnahme bei.

Hierauf gibt der Vorsitzende Nachricht von dem am 18. December v. J. erfolgten Ableben des ausländischen Ehrenmitgliedes dieser Classe Sir Richard Owen in London.

Die anwesenden Mitglieder erheben sich zum Zeichen des Beileides von ihren Sitzen.

Das Ehrenmitglied der kaiserl. Akademie, Se. Excellenz Dr. Alexander Freiherr v. Bach, spricht seinen Dank aus für die ihm aus Anlass der Vollendung seines achtzigsten Geburtsjahres von der Akademie übersendete Beglückwünschungs-Adresse.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII (October 1892) des 101. Bandes der Abtheilung I der Sitzungsberichte, ferner das Heft X (December 1892) des 13. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer übersendet eine Abhandlung, betitelt: »Arithmetische Untersuchungen«.

Das c. M. Herr Prof. H. Weidel übersendet folgende vier Arbeiten aus dem I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien:

1. »Studien über Quercetin und seine Derivate« (VIII. Abhandlung), von Dr. J. Herzig und Th. v. Smoluchowski.
2. »Studien über Quercetin und seine Derivate« (IX. Abhandlung), von Dr. J. Herzig und Th. v. Smoluchowski.
3. »Notiz über Methylbrasilin«, von Dr. J. Herzig.
4. »Über Isocarbostyril«, von Albert Fernau.

Der Secretär legt eine Abhandlung von Prof. F. J. Obenrauch an der Landes-Oberrealschule in Brünn vor, betitelt: »Zur Complanation des dreiachsigen Ellipsoides mittelst elliptischer Coordination«.

Das w. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine im physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien ausgeführte Untersuchung von Dr. L. Réthi, betitelt: »Der periphere Verlauf der motorischen Rachen- und Gaumennerven«.

Das w. M. Herr Intendant Hofrath F. Ritter v. Hauer überreicht eine Abhandlung von Dr. A. Bittner in Wien, unter dem Titel: »Decapoden des pannonischen Tertiärs«.

Diese Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte:

1. Beschreibung der tertiären Decapoden von Klausenburg.
2. Tertiäre Brachyuren aus Croatien.
3. Tertiäre Brachyuren von Walbersdorf im Ödenburger Comitate.

Herr Dr. Alois Kreidl, Assistent am physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung, betitelt: »Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. II. Mittheilung. Versuche an Krebsen«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Antonio Favaro, Per il Terzo Centenario della inagurazione dell'insegnamento di Galileo Galilei nello studio di Padova. 7 Dicembre 1892. Firenze, 1892; 4⁰.

Carlo F. Ferraris, Onoranze Centenarie a Galileo Galilei. Discorso pronunziato il 7 Dicembre 1892 nell'Aula Magna della R. Università di Padova. Padova, 1892; 4⁰.

Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbelthiere

von

Dr. **Josef Schaffer,**

Privatdocent und Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 6 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. December 1892.)

Ursprünglich beabsichtigte ich in vorliegenden Blättern eine kurze Bekanntgabe gelegentlicher Beobachtungen niederzulegen, welche ich im Laufe der letzten Jahre über optische und morphologische Verschiedenheiten an Muskelquerschnitten gemacht hatte. Dieselben betrafen im Wesentlichen auffallende Unterschiede im Lichtbrechungsvermögen und der Färbung der einzelnen Faserquerschnitte eines Muskelbündels an mannigfach erhärteten Muskeln des Menschen und verschiedener Wirbelthiere. Ich glaubte ursprünglich einfach das bekannte Vorkommen heller und trüber Muskelfasern vor mir zu haben und wollte zunächst einige Beobachtungen über morphologische und histochemische Verschiedenheiten beider Faserarten weiter verfolgen, ohne die interessante Frage nach ihrer Verbreitung, sowohl in der Thierreihe, als in einzelnen Muskeln einer systematischen Bearbeitung zu unterziehen. Von einer solchen musste und konnte ich umso leichter abstehen, als bereits über diesen Gegenstand eine vorläufige Mittheilung von Knoll [1]

[1] Über helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Musculatur. Diese Berichte, Bd. 98, 1889.

vorlag und unterdessen auch seine ausführliche Abhandlung[1] erschienen war.

Manche meiner Beobachtungen sind durch die Ergebnisse derselben gegenstandslos geworden; dagegen gab dieselbe Anregung, auf einige Verhältnisse näher einzugehen, nachdem der Grundplan meiner Arbeit schon festgestellt und ein Theil derselben niedergeschrieben war. Dadurch erlitt der Gang der Untersuchung mannigfache Veränderungen, welche einer einheitlichen Darstellung nicht förderlich waren.

Inhalt.

I. Einleitung.

Das Vorkommen heller und trüber Muskelfasern in der Thierreihe ist durch die eingehende Arbeit Knoll's in dankenswerther Weise behandelt worden. Einerseits hat Knoll jedoch noch nicht Gelegenheit gefunden, die Angabe Grützner's, dass auch beim Menschen helle und trübe Fasern vorkommen, zu prüfen und anderseits konnte er bei der Verfolgung des von ihm angestrebten Endzieles feinere, nicht in einer Verschiedenheit der functionellen Aufgaben sich äussernde Unterschiede der beiden Faserarten nicht berücksichtigen.

Die histologische Definition der hellen und trüben Muskelfasern ist nicht bei allen Autoren eine einheitliche. Am schärfsten

[1] Über protoplasmaarme und protoplasmareiche Musculatur. Denkschriften der kaiserl. Akademie, mathem.-naturw. Cl., Bd. 58, 1891.

fasst sie Knoll, indem er in seiner ersten Mittheilung hell und trüb gleichsetzt mit geringerem oder reichlicherem Gehalt an interstitiellen Körnchen, in seiner ausführlichen Arbeit mit geringerem oder grösserem Reichthum an interfibrillärer Substanz, wesshalb er auch von protoplasmaarmen und protoplasmareichen Muskeln spricht. Ursprünglich unterschied man nach dem makroskopischen Farbenunterschiede weisse und rothe Muskeln, die neben morphologischen Verschiedenheiten auch physiologische besitzen sollten. Bei der Schilderung ersterer wird bei vielen Autoren vom verschiedenen Gehalte an interstitiellen Körnchen oder Sarkoplasma nur so nebenher oder gar nicht gesprochen. Hauptsächlich durch die Mittheilungen Grützner's hat man dann auch häufig hell und weiss, trüb und roth gleichgesetzt, was nach den Auseinandersetzungen Knoll's nicht gerechtfertigt ist.

Von anderer Seite scheinen sogar Zweifel erhoben worden zu sein, ob eine Auffassung, welche morphologisch und mikrochemisch verschiedene Muskelfasern auch als physiologisch verschieden deutet, gerechtfertigt sei; wenigstens haben die Mittheilungen S. Mayer's[1] Arnold[2] veranlasst, die Frage aufzustellen, ob man berechtigt ist, das Vorkommen zweier Faserarten zu Vorgängen der Degeneration und Regeneration in Beziehung zu bringen. Bei der Unklarheit dieser Verhältnisse ist es zweifelhaft, ob alle Mittheilungen über helle und trübe Muskelfasern gerade beim Menschen sich auch wirklich auf solche beziehen. In dieser Richtung scheint mir besonders der Fall von Rindfleisch,[3] der über weisse Musculatur bei einer Typhusleiche berichtet, anfechtbar, wie auch der von Arnold mitgetheilte noch nicht zweifellos aufgeklärt erscheint.

So schien es mir geboten, sämmtliche Möglichkeiten, welche morphologische und histologische Unterschiede im weitesten Sinne bedingen oder vortäuschen können, zu erwägen;

---

[1] Zur Histologie des quergestreiften Muskels etc. Biolog. Centralblatt, IV. Bd., Nr. 5, 1885.

[2] Über das Vorkommen »heller« Muskeln beim Menschen. Heidelberg. Winter, 1886.

[3] Über weisse Muskeln beim Menschen. Sitzungsber. der phys.-med. Ges. zu Würzburg. Jahrg. 1886, S. 132.

dieselben zu erforschen, ist jedoch eine Aufgabe, zu deren Lösung die nachfolgenden Zeilen nur einen kleinen Beitrag liefern können.

Wenn man die Möglichkeiten morphologischer und histologischer Unterschiede zwischen den einzelnen, ein Muskelbündel zusammensetzenden Muskelfasern erwägt, so müssen als solche in erster Linie angeführt werden:

1. Das Vorkommen heller und trüber, protoplasmaarmer und protoplasmareicher Muskelfasern.

2. Verschiedenheiten, welche mit typischen Rück- und Neubildungsvorgängen im ausgebildeten Muskel zusammenhängen und wie sie durch die Arbeiten von Kölliker,[1] Margo,[2] Paneth,[3] S. Mayer,[4] Barfurth[5] u. A. bekannt geworden sind.

3. Das Vorkommen jener eigenthümlichen Gebilde, die als Muskelspindeln (Kühne,[6] Bremer,[7] Santesson[8]), umschnürte Bündel (Fränkel[9]), neuromusculäre Stämmchen (Roth[10]),

---

1 Einige Bemerkungen über die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. VIII, 1857, S. 311.

2 Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachsthum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. Diese Berichte, Bd. XXXVI, 1859. — Moleschott's Untersuchungen, VI. Bd. — Denkschriften der kaiserl. Akademie, Bd. XX, 1861.

3 Die Entwicklung von quergestreiften Muskelfasern aus Sarkoplasten. Diese Berichte, Bd. XCII, III. Abth., 1885. — Zur Frage nach der Natur der Sarkoplasten. Anat. Anz., II. Jahrg., 1887, S. 136.

4 Zur Histologie des quergestreiften Muskels. Biolog. Centralbl., Bd. IV, Nr. 5, S. 129. — Die sogenannten Sarkoplasten. Anatom. Anz., I. Jahrg., 1886, S. 231. — Einige Bemerkungen zur Lehre von der Rückbildung quergestreifter Muskelfasern. Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. VIII, 1887, S. 177.

5 Die Rückbildung des Froschlarvenschwanzes und die sogenannten Sarkoplasten. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 29, 1887, S. 35.

6 Die Muskelspindeln. Virch. Archiv, Bd. 28, S. 528.

7 Über die Muskelspindeln etc. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXII, 1883.

8 Einige Worte über Neubildung von Muskelfasern und über die sogenannten »Muskelspindeln«. Verhandlungen des biol. Vereins in Stockholm. Bd. III, H. 3, 1890.

9 Über Veränderungen quergestreifter Muskeln bei Phthisikern. Virch. Arch., Bd. 73, S. 308.

10 Über neuromuskuläre Stämmchen in den willkürlichen Muskeln. Centralblatt f. med. Wiss., 1887, S. 129.

Muskelknospen (Kölliker,[1] Franque[2]), Weismann'sche Muskelbündel (Kerschner[3]) etc. bezeichnet werden.

Da ich meine Untersuchungen vielfach an Muskelquerschnitten angestellt habe, musste ich noch als weitere Möglichkeiten das Vorkommen freier Enden im Innern der Muskeln[4] und die Differenzen zwischen contrahirten und ruhenden Muskelfasern, wie sie sich am Querschnitte ausprägen, vor Augen haben.

Meine Beobachtungen beziehen sich nun zunächst auf den ersten Punkt, das ist auf die durch die Arbeiten von Ranvier,[5] Grützner[6] u. A. bekannt gewordenen Unterschiede in der Färbung oder Helligkeit (Durchsichtigkeit) der einzelnen Muskelfasern, und möchte ich zuvörderst die ausführlichen Angaben Knoll's durch Mittheilungen über das Vorkommen heller und trüber Muskelfasern beim Menschen vervollständigen, wobei ich aber von der stricten Definition Knoll's noch absehe und hell und trüb im wörtlichen Sinne nehme, ohne einen bestimmten Grund für dieses verschiedene optische Verhalten vorauszusetzen.

Mein besonderes Augenmerk habe ich aber auf Verschiedenheiten im histologischen Bau zwischen beiden Faserarten gerichtet, speciell auf das Verhältniss von fibrillärer Substanz und Sarkoplasma, wie es sich am Querschnittsbilde darstellt.

Bekanntlich haben Ranvier, Grützner u. A. das helle und trübe Aussehen mit physiologischen Verschiedenheiten

---

1 Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven. Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 12, 1862, S. 161.

2 Beiträge zur Kenntniss der Muskelknospen. Würzburger Verhandlungen, N. F. 24. Bd., Nr. 2, 1890.

3 Bemerkungen über ein besonderes Muskelsystem im willkürlichen Muskel. Anat. Anz., 1888, Nr. 4 und 5, S. 126. — Beitrag zur Kenntniss der sensiblen Endorgane. Anat. Anz., 1888, Nr. 10, S. 288. — Über Muskelspindeln. Verhandlungen der anatom. Ges. auf der VI. Vers. in Wien, 1892, S. 85.

4 Vergl. darüber: Hassal, Mikroskop. Anatomie, übersetzt von Kohlschütter, Leipzig, 1851, S. 252 und Rollett, Über freie Enden quergestreifter Muskelfäden im Innern der Muskeln. Diese Berichte, Bd. 21, 1856, S. 176.

5 Arch. de physiologie, Bd. VI, 1879 und Compt. rend., Bd. 104, 1887.

6 Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln. Recueil zool. Suisse, Bd. I, 1884, S. 665.

flinker und träger Zuckung, geringerer und grösserer Ausdauer), zugleich aber auch mit histologischen Differenzen (in der Querstreifung, Stellung und Anzahl der Kerne) in Übereinstimmung gefunden. Wenn nun auch Knoll diese Anschauung theilweise als nicht zutreffend gefunden hat, indem aus seinen Ausführungen hervorgeht, dass flinke und träge Zuckung weder mit hellem und trübem, noch weissem und rothem Aussehen in bestimmter Beziehung steht, so ist durch seine Untersuchungen doch eine verschiedene physiologische Werthigkeit der hellen und trüben Muskelfasern festgestellt worden. Anderseits hat Rollett darauf hingewiesen, dass physiologische Abweichung und histologische Abweichung nothwendig mit einander verknüpft zu sein scheinen. So hat Rollett[1] den Nachweis erbracht, dass in Bezug auf die gegenseitige Anordnung von contractiler Substanz und Sarkoplasma zwischen dem Querschnittsbilde der trägen *Hydrophilus*- und der flinken *Dyticus*-Fasern ein fundamentaler Unterschied besteht. Weiter aber auch, dass bei einem und demselben Thiere (*Hippocampus*) functionell verschiedene Muskelfasern sehr verschiedene Querschnittsbilder zeigen und endlich, dass die trägen Muskelfasern der Fledermaus ein von dem typischen Verhalten der meisten Säugethiermuskelfasern abweichendes Querschnittsbild besitzen.

So hoffte ich auch an meinen Objecten histologische Unterschiede zu finden: dieselben mussten sich einerseits durch verschiedene Querschnittsbilder, anderseits vielleicht auch durch ein verschiedenes Verhalten beider Faserarten gegen Reagentien ausdrücken.

Solche Differenzen finden sich schon im frühembryonalen Muskel; welche Bedeutung sie hier haben, soll unten der Gegenstand eines eigenen Abschnittes sein.

---

[1] Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern. I. Theil. Denkschriften der kaiserl. Akademie, 49. Bd., 1885. II. Theil. ebendort, 51. Bd. — Beiträge zur Physiologie der Muskeln. Ebendort, 53. Bd., 1887. — Über die Flossenmuskeln des Seepferdchens (*Hippocampus antiquorum*) und über Muskelstructur im Allgemeinen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 32. 1889. — Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse. Diese Berichte, Bd. 98, Abth. III. Mai 1889.

II. Über die Bedeutung der Cohnheim'schen Felder.

Die Verschiedenheit in der Anordnung der Fibrillen konnte selbstverständlich auch den eingehenden Untersuchungen Knoll's nicht entgehen, wenn er auch sein Augenmerk nicht speciell darauf richtete, und finden sich bei ihm mehrere hiehergehörige, später zu erwähnende Beobachtungen verzeichnet.

Die Verschiedenheit in der Fibrillenanordnung deckt sich jedoch mit der Verschiedenheit in der Anordnung des Bindemittels der Fibrillen, des Sarkoplasmas, da es schon von vorneherein nicht wohl denkbar ist, dass das bei demselben Individuum stets typisch wiederkehrende und bei verschiedenen Thieren oft typisch verschiedene Querschnittsbild der Muskelfaser nur durch eine zufällige, vielleicht durch Reagentienwirkung hervorgerufene Spaltung oder Sonderung der Fibrillengruppen bedingt wäre.

Dieses gegenseitige Verhalten von Fibrillen und Sarkoplasma findet am Querschnitt morphologisch seinen Ausdruck in der Form der Cohnheim'schen Felder, die demnach als etwas gesetzmässig Vorgebildetes in der Muskelfaser angesehen werden müssen.

Die einschlägigen Darstellungen Knoll's scheinen mir aber diese fundamentale Frage einigermassen in Verwirrung zu bringen, wesshalb ich auf dieselben etwas näher eingehen muss.

Knoll stellt in einem eigenen Abschnitte die Ansichten der Autoren über den »Zwischenstoff«, das Sarkoplasma, oder, wie Knoll es bezeichnet, Sarkoprotoplasma, zusammen und sagt in der Zusammenfassung am Schlusse dieses Capitels (S. 648 u. f.): »Aus den angeführten Angaben geht hervor, dass der Raum zwischen den Muskelsäulchen und Fibrillen und zwischen diesen und dem Sarkolemma, so weit ein solches vorhanden ist, ausgefüllt erscheint von einem theils hyalinen, theils körnigen Stoff, der als ein Rest des ursprünglichen, protoplasmatischen Bildungsmateriales angesehen werden muss. . . . und wohl am besten als Sarkoprotoplasma zu bezeichnen wäre. Der Reichthum der Fasern an Sarkoprotoplasma, sowie die Vertheilung desselben innerhalb der Fasern ist bei den einzelnen Thieren, ja selbst bei den einzelnen Muskeln desselben Thieres

und innerhalb der einzelnen Muskeln wieder bei den einzelnen Fasern sehr verschieden«. Aus dieser Darstellung, sowie aus den »Schlussbemerkungen« (S. 693) scheint mir deutlich genug hervorzugehen, dass auch Knoll die Praeexistenz der Cohnheim'schen Felder anerkennt. Aber schon in seiner vorläufigen Mittheilung bemerkt Knoll (S. 462 unten u. f.): »Auf dem sonst homogen erscheinenden Querschnitt der in Flemming'scher Lösung gehärteten normalen Muskelfaser bilden die Körnchen wie auf dem normalen Querschnitt der frischen Faser nebst den Kernen das einzige Element der Structurzeichnung. Bei der Einwirkung von einfachen Säuren oder von Goldsäure, bei welcher vorwaltend die fibrilläre Substanz quillt, ebenso unter der schrumpfenden Einwirkung des Alkohols und der Müller'schen Flüssigkeit vertheilt sich dann das körnige und wahrscheinlich wohl auch das homogene Sarkoplasma zwischen den Muskelsäulchen in Form eines die Cohnheim'schen Felder einschliessenden Balkenwerkes«. Weiters sagt Knoll in der ausführlichen Abhandlung (S. 651): »Mit der Ansicht, dass das Auftreten eines die Muskelsäulchen einschliessenden Balkenwerkes Folge des Härtungsverfahrens ist, stehe ich in einem gewissen Gegensatze zu Rollett«, und weiter unten: »Ich stütze die....Ansicht, dass das die Muskelfasern (muss wohl heissen Muskelsäulchen) einsäumende Balkenwerk Ausdruck einer Veränderung der Muskelfaser ist, auf folgende Gründe«.

Diese Bemerkungen scheinen mir nun mit den zuerst angeführten in Widerspruch zu stehen und kann ich dieselben nicht anders verstehen, als dass sich Knoll vorstellt, dass in der lebenden Muskelfaser das, was man als Cohnheim'sche Felder bezeichnet nicht existirt und erst durch die Reagenzwirkung entsteht.

Die Gründe nun, auf welche sich Knoll's zuletzt citirte Ansicht stützt, sind im Wesentlichen folgende (S. 651): An frischen, ohne Zusatzflüssigkeit angefertigten Zupfpräparaten lassen normale Faserquerschnitte keine Felderzeichnung erkennen. Dabei beruft er sich auf Kölliker[1] und Engelmann.[2]

[1] Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1866, Bd. 16, S. 375.

[2] Pflüger's Archiv, Bd. VII, S. 62.

Auch Querschnitte von trockenen Muskeln, die in physiologischer Kochsalzlösung aufgequollen sind, wie Präparate, die mit dem starken Chromosmiumessigsäuregemisch fixirt wurden — hier abgesehen von den Randpartien — zeigen keine Felderzeichnung.

An solchen in Kochsalzlösung aufgequollenen Trockenquerschnitten, die z. B. im gemischten, grossen Brustmuskel der Haustaube nur verschieden angeordnete Kerne und keine Felderung erkennen lassen, tritt eine solche deutlicher oder weniger deutlich bei Zusatz von Alkohol, Säuren oder Alkalien auf (d. h. das Balkenwerk, die Cohnheim'schen Felder entstehen erst durch Zerfliessen oder Verquellen der Körnchen). Endlich sollen bei der Vergoldung frischer, trüber Fasern (aus Flugmuskeln der Insecten, dem grossen Brustmuskel der Haustaube, der Muskulatur der Fledermaus) an den Querschnitten die Cohnheim'schen Felder erst bei starker Quellung auftreten, während bei schwacher nur isolirte, runde, rothgefärbte Massen (Körnchen) wahrgenommen werden.

Nach gewissenhafter und eingehender Prüfung dieser Gründe habe ich Folgendes zu bemerken:

Vollkommen einverstanden bin ich mit Knoll, wenn er behauptet, dass der Querschnitt frischer, lebender Muskelfasern anders aussieht, als der mit Reagentien behandelte; es ist dies eine auch für viele andere Gewebe den Histologen bekannte Thatsache. Wollte man jedoch alle Structurdetails, die an frischen, lebenden Objecten nicht sichtbar sind, sondern erst bei Reagensbehandlung sichtbar werden, auch für nicht im lebenden Gewebe präexistent erklären, dann wäre es um unsere Kenntnisse, z. B. über den Bau der Cornea, über die Mitose u. s. w. schlecht bestellt. Wenn sich Knoll in der angezogenen Frage auf die Autorität Kölliker's und speciell auf dessen Arbeit aus dem Jahre 1866 beruft, so kann ich dieselbe nicht als einen Beleg für die Ansicht Knoll's erkennen.

Kölliker schildert in seinen neuesten Darstellungen[1], übereinstimmend mit Rollett, stets die Cohnheim'schen Felder als

[1] Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 47, 1888. Sep.-Abdr. S. 14. — Handbuch der Gewebelehre, 6. Aufl., 1889, S. 357.

ein der lebenden Muskelfaser zukommendes Structurverhältniss.[1] Aber auch in der von Knoll citirten Arbeit aus dem Jahre 1866 vermag ich keine andere Auffassung zu finden. Kölliker drückt dort seine Anschauung über die Zwischensubstanz in folgenden Worten aus: »Die Zwischensubstanz ist mehr weniger flüssig und umhüllt die faserigen Elemente einzeln und gruppenweise scheidenartig. An ganz frischen, d. h. gefrorenen, ohne Zusatz untersuchten Muskeln sind diese beiden Substanzen und ihre gesetzmässige Vertheilung beim Frosch, dem Ochsen und den Schwanzmuskeln des Krebses gar nicht sichtbar und Quer- und Längsschnitte, abgesehen von den Kernen und interstitiellen Körnchen, ganz gleichartig; aus dem Umstande jedoch, dass erstens an anderen Muskeln (denen des Kaninchens und den Schwanzmuskeln des Krebses) unter Beachtung aller Vorsichtsmassregeln auch auf frischen Querschnitten zarte Andeutungen der Cohnheim'schen polygonalen Felder zu sehen sind, und zweitens, dass bei allen Muskeln beim Zusatze auch wenig eingreifender Flüssigkeiten, wie selbst Kochsalz von $^1/_2{}^0/_0$, Blutserum etc. ohne Ausnahme eine bestimmte Längszerklüftung und auf dem Querschnitte schön ausgeprägte Cohnheim'sche Felder wahrzunehmen sind, darf geschlossen werden, dass die Fasersubstanz von Haus aus in Gestalt der oben erwähnten Muskelsäulchen auftritt, deren Querschnitt die Cohnheim'schen Felder sind« (l. c. S. 377 u. f.). Bei objectiver Beurtheilung dieser Auseinandersetzung Kölliker's wird man Rollett vollkommen beistimmen müssen, wenn er bemerkt,[2] dass Kölliker auf Grund derselben nur zu dem Ausspruche berechtigt war, dass diese Mosaikzeichnung durch Zusatz von Reagentien verdeutlicht werde.

Hier muss ich auch auf die bestimmten Angaben von Rollett, eines gewiss competenten Beobachters, verweisen, die er über die Wahrnehmbarkeit der Anordnung von Muskelsäulchen und Sarkoplasma in überlebenden Muskelfasern von

---

[1] Vergl. auch Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge, I. Stockholm, 1890 und Rollett's Bemerkungen hierzu im Archiv f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 682.

[2] Untersuchungen, II. T., S. 25.

Insecten,[1] der Fledermaus[2] und des Seepferdchens[3] macht; an letzter Stelle betont er allerdings auch ausdrücklich, dass es einer hingebenden und aufmerksamen Betrachtung und wiederholter Durchmusterung des Bildes bedarf, um das gegenseitige Verhalten der beiden Substanzen in der ganz frischen Muskelfaser wahrzunehmen.

Dass man an Querschnitten getrockneter und in Kochsalzlösung aufgequollener Muskelfasern keine Felderzeichnung sehen soll, fände ich — die Richtigkeit dieser Beobachtung angenommen — begreiflich, wenn man bedenkt, dass z. B. bei Austrocknung eines Froschwadenmuskels das Volum des lebenden Muskels auf $^1/_4$—$^1/_5$ zusammengedrängt wird und die zarten Sarkoplasmadurchgänge durch das Eintrocknen vielfach reissen können, während die fibrilläre Substanz enge zusammengepresst wird. Man braucht nur einen in Kochsalzlösung gequollenen Trockenquerschnitt (Fig. 5, Taf. I) mit einem solchen eines in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Gastroknemius vom Frosch (Fig. 6) zu vergleichen. Nach Knoll's Meinung[4] soll ja auch die Müller'sche Flüssigkeit eine schrumpfende Wirkung besitzen; aber während hier die Faserquerschnitte annähernd dem Umfange frischer Faserquerschnitte entsprechen und das Bindegewebe zwischen den Fasern mit seinen Gefässen leicht in seiner Anordnung erkannt werden kann, erscheinen am gequollenen Trockenquerschnitte die meisten Fasern eckig[5] und so dicht aneinandergepresst, dass von dem Bindegewebe zwischen denselben nicht viel zu sehen ist. Daher kann man sich auch vorstellen, wie in den einzelnen Fasern die Muskelsäulchen aneinandergepresst werden und dass auf diese Weise das zarte Geäder der Sarkoplasmadurchgänge wohl nicht mehr deutlich sichtbar sein kann.

So findet man an gequollenen Trockenquerschnitten stets die Mehrzahl der Faserquerschnitte anscheinend homogen;

---

[1] Ibidem. S. 44.

[2] Diese Berichte, Bd. 98, 1889, S. 178.

[3] Arch. f. mikr. Anat., Bd. 32, 1889, S. 247.

[4] Vorläufige Mittheilung, l. c. S. 463.

[5] Nach Grützner (l. c. S. 668) bleiben die Felder auch noch bei geringer Säurewirkung eckig.

andererseits konnte ich an gewissen so behandelten Muskelquerschnitten (rectus abdominis, pectoralis des Menschen) stets zahlreiche Fasern finden, die auf das Deutlichste eine Felderung zeigten. Nicht so leicht gelingt diese Beobachtung am Froschgastroknemius; aber auch hier glaube ich nach aufmerksamer und wiederholter Untersuchung mit dem 2 *mm* Apochromat von Zeiss und günstiger Beleuchtung[1] eine Andeutung des zarten, die Cohnheim'schen Felder einrahmenden Balkenwerkes gesehen zu haben, wenn es auch aus den angeführten Gründen im Vergleiche mit anders behandelten Fasern schwer wahrnehmbar und vielfach verändert erscheint. Bei Drainage solcher Präparate mit Alkohol, Essigsäure oder Natronlauge sah ich keine wesentlichen Veränderungen der Körnchen. Bei der Quellung rücken sie auseinander[2] und können allerdings ihre Kugelgestalt durch Druck von Seite der quellenden Fibrillenbündel in eine drei- oder viereckig ausgezogene Form verändern, aber ich konnte nie ein Bild sehen, welches eine Umwandlung der Körnelung in eine so deutliche Felderung bewirkt hätte, wie man sie z. B. an Gefrierschnitten sieht.

Dies Alles scheint mir dafür zu sprechen, dass die Trockenmethode eben eine viel zu eingreifende gegenüber anderen ist. Besonders zur Entscheidung der angezogenen Frage halte ich sie für viel weniger geeignet als eine richtig angewandte Gefriermethode, bei der durch starke Kälte (—20° C.) die Flüssigkeit im Muskel momentan fest wird, ohne dass es zur störenden Krystallbildung kommt. Die ersten Schnitte werden allerdings,

---

[1] Dazu gehört vor Allem, dass man sich das auf das Ocular einfallende Licht abblendet; auch schien es mir für diese Beobachtung vortheilhafter, die richtige Lichtschwäche nicht einfach durch Regulirung der Irisblende, sondern bei weiter Blendungsöffnung durch entsprechendes Senken des Abbe'schen Beleuchtungsapparates zu bewerkstelligen.

[2] Steffan (Die kernähnlichen Gebilde des Muskelprimitivbündels. Inaug.-Diss., Erlangen, 1860) gibt bereits 1860 eine richtige Darstellung dieser Verhältnisse. Er bildet Taf. I, Fig. 2 einen in Wasser gequollenen Trockenquerschnitt einer Froschmuskelfaser ab, an welchem neben den Kernen (die Steffan als Lücken deutet) und interstitiellen Körnchen eine zarte, enge Felderung zu sehen ist, die er als den Fibrillenquerschnitten entsprechend bezeichnet. Fig. 4 zeigt das Deutlicherwerden dieser Felderung nach Essigsäurezusatz; man vergleiche dazu den Text auf S. 22.

wie Knoll bemerkt, die mannigfachsten Bilder von lebend verletzten Muskelfasern geben; wenn aber der Muskel lange genug gefroren war, fällt auch dieser Einwurf weg, und der Umstand, dass man nach dieser Methode übereinstimmend mit vielen anderen immer wieder eine typische, deutliche Felderzeichnung sieht, scheint mir doch schwerwiegender, als die — theilweise — negativen Bilder an gequollenen Trockenschnitten.

Diese negativen Bilder, die eine Stütze der Anschauung Knoll's über die Entstehung des, die Cohnheim'schen Felder einrahmenden Balkenwerkes bilden, sind neben dem dichten Aneinandergepresstsein von Muskelsäulchen und Sarkoplasma wohl auch durch den geringen Unterschied im Brechungsquotienten zwischen beiden Substanzen bedingt, was eben besonders für gequollene Trockenschnitte gilt.

Diese beiden Übelstände kann man einerseits durch eine vorsichtige Säurebehandlung, welche das ursprünglich räumliche Verhältniss zwischen contractiler und Kittsubstanz annähernd wieder herstellt, andererseits durch Färbung der zarten Sarkoplasmadurchgänge beseitigen. Beides erreicht man durch die Vergoldung, d. h. durch dieselbe wird an den Trockenquerschnitten die Felderzeichnung auf das Deutlichste sichtbar, wie das Knoll wiederholt beschreibt, aber allerdings in seinem Sinne deutet, worüber weiter unten.

An vergoldeten Trockenquerschnitten vom Gastroknemius des Frosches erhielt ich stets ein Bild (Fig. 8 a, Taf. I), das mir in der angezogenen Frage entschieden gegen die Auffassung Knoll's zu sprechen scheint.[1] Einerseits treten an den Ecken der Cohnheim'schen Felder stark gefärbte, gröbere Knoten hervor, die allerdings vielfach strahlig verzogen sind, die aber, wie die Längsansicht lehrt, nicht den interstitiellen Körnchen allein entsprechen; anderseits zeigen die Cohnheim'schen Felder selbst wieder eine ausserordentlich feine, zarte Felderung, welche ich mit Knoll[2] als den Fibrillenquerschnitten entsprechend auffasse. Diese Felder stehen aber vielfach ausser aller Verbindung mit den gröberen Massen zwischen den

[1] Vergl. auch Knoll's eigene Abbildungen Taf. II und III.
[2] L. c. S. 654.

Säulchen, so dass man zwischen beiden unmöglich einen genetischen Zusammenhang annehmen kann. Dass diese Felderung jetzt deutlich sichtbar wird, hat meiner Meinung nach seinen Grund in der Färbung der zarten Sarkoplasmadurchgänge, ohne welche sie eben an einfach gequollenen Trockenquerschnitten vielfach nicht oder kaum wahrzunehmen sind.

Am Längsschnitte (Fig. 8 *b*) erscheinen die weniger quellenden *Z*-Scheiben ebenfalls als feine rothe Linien, welche in Abständen, die dem Durchmesser der Muskelsäulchen entsprechen, von darauf senkrecht verlaufenden, perlschnurartigen Zügen der intercolumnaren Substanz unterbrochen werden, und zwar liegen die Knoten dieser Längsdurchgänge, in welchen auch die interstitiellen Körnchen einbegriffen sind, stets in der *Z*-Linie, ein Verhältniss, das durch Rollett hinlänglich aufgeklärt ist. Der Querschnitt dieser Knoten muss strahlig verzogen erscheinen, da ja von ihnen auch das homogene intercolumnare Sarkoplasma ausgeht.

Das die Cohnheim'schen Felder einsäumende Balkenwerk mit einer Veränderung der interstitiellen Körnchen durch Reagentien in genetische Abhängigkeit zu bringen geht aber auch desshalb nicht an, weil die Felderung auch an Fasern zu sehen ist, die keine solchen Körnchen enthalten, und zweitens, weil man die Felderung neben wohlerhaltenen Körnchen an einem und demselben Faserquerschnitte sehen kann, worüber ich auf das weiter unten Gesagte betreffs der Osmiumsäure und Palladiumchlorid-Behandlung, sowie betreffs des Augenmuskels aus Müller'scher Flüssigkeit verweise.

Auch bezüglich der Wirkungsweise von Flemming's Chromosmiumessigsäuregemisch kann ich die Anschauung Knoll's nicht theilen. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Flemming'sche Lösung bei voluminöseren Gewebestücken in den Randpartien anders wirkt, als in der Mitte, und wird desshalb von jeher empfohlen, nur kleine Stücke (»nicht über $^1/_3$ *cm* Seite«, Böhm und Oppel) in derselben zu fixiren; dass aber das Bild, wie es solche mittlere Partien gewähren, der Wirklichkeit näher kommen soll, als die Randpartien, hat meines Wissens noch niemand behauptet. Gerade für die Muskelfasern, die gegen Säuren so empfindlich sind, glaube ich dies am aller-

wenigsten annehmen zu dürfen. Die Chromsäure ist allerdings im Stande, die Felderung zu erhalten, dagegen wird diese Wirkung durch die zur Quellung führende der Essigsäure aufgehoben, und nun kommt noch die Wirkung der Osmiumsäure hinzu. Wie reine Osmiumsäure wirkt, soll unten auseinandergesetzt werden; hier nur so viel, dass sie bekanntlich sehr wenig tief in das Präparat eindringt, also nur an der Oberfläche ihre volle Wirkung entfaltet, während sie in den tieferen Partien in immer schwächeren Concentrationsgraden zur Wirkung gelangt und ganz bedeutende Quellungen verursacht. Ein Blick auf die Fig. 7 genügt, um dies zu beleuchten. Gegen Knoll muss ich betonen, dass das Bindegewebe in den mittleren Partien von Muskeln aus Flemming'scher Lösung stets gequollen ist, und dass ein weiteres Argument Knoll's, die Unveränderlichkeit des Volumens der Muskelstücke vor und nach der Fixirung wohl auch so erklärt werden kann, dass die oberflächlichen Partien des Muskels durch die erhärtende Wirkung der Flemming'schen Lösung zu einer starren, unnachgiebigen Rinde werden, innerhalb welcher die Quellung keine Volumveränderung mehr, wohl aber eine Formveränderung der Fasern bewirken kann.

Ich muss gerade umgekehrt, wie Knoll, annehmen, dass die Randpartien von Präparaten aus Flemming'scher Lösung ein dem natürlichen Verhalten ähnlicheres Querschnittsbild geben, wobei ich allerdings betone, dass die Felderung hier viel deutlicher wird, als sie in überlebenden Fasern zu sehen ist, aber abgesehen davon doch ein getreues Bild der Anordnung der Muskelsäulchen gewährt. Am meisten dem natürlichen Verhalten entsprechend fand ich an einzelnen Muskeln (siehe unten) aus Flemming's Gemisch die Faserquerschnitte in der Übergangszone von der Randpartie des Schnittes zu dessen gequollener Mitte, wahrscheinlich weil sich hier Quellung und Schrumpfung ziemlich das Gleichgewicht halten. In dieser Zone zeigten nun auch an protoplasmareichen Muskeln die Querschnitte neben den wohlerhaltenen interstitiellen Körnchen eine zarte Felderung.

Was endlich Knoll's Behauptung betrifft, dass bei Vergoldung frischer trüber Fasern (aus Flugmuskeln der Insecten,

dem grossen Brustmuskel der Haustaube, der Musculatur der Fledermaus) bei schwacher Quellung nur isolirte, runde, rothgefärbte Massen wahrgenommen werden und erst bei stärkerer Quellung die Cohnheim'schen Felder auftreten, so erinnere ich daran, dass Rollett's ausführliche Beschreibung der Goldbilder von Fledermausmuskeln dagegen spricht. Allerdings ist die Goldmethode beider Untersucher nicht dieselbe. Knoll bedient sich des Löwit'schen Verfahrens, aber mit der Modification, dass er sowohl zur vorhergehenden Quellung, als zur nachfolgenden Reduction eine »wesentlich schwächere« Ameisensäure als Löwit ($33^0/_0$) benützt.[1] An einer Stelle gibt er als Procentverhältniss 1 Theil Ameisensäure auf 12 Theile Wasser an. Obwohl ich nun nicht genau weiss, was Knoll unter »schwacher« Quellung versteht; da er über die angewandte Ameisensäure ausser den citirten keine weiteren Angaben macht, so vermuthe ich doch, dass er sich im Allgemeinen stärkerer Säuregemische bediente als Rollett. Dieser bringt die lebenden Muskelstückchen ins Goldbad und reducirt dann mit Bastian-Prichard's Gemisch[2] (Amylalkohol 1, Ameisensäure 1, Wasser 98), das gewiss nur eine schwache Quellung verursacht. An so behandelten Fledermausmuskeln beschreibt nun Rollett[3] deutlich die zarten Sarkoplasmadurchgänge, welche die Cohnheim'schen Felder begrenzen, die allerdings eben wegen ihrer Zartheit leicht übersehen werden können. »Es treten bei denselben (den Fledermausmuskeln) zahlreiche grobe, unregelmässig gestaltete und nach der einen oder anderen Richtung ausgezogene Knoten zu Tage. Dagegen sind die die Seiten der polygonalen Muskelsäulchen begrenzenden und die Knoten miteinander verbindenden Sarkoplasmabalken von grosser Zartheit.«

Damit erachte ich die Frage nach der Bedeutung der Cohnheim'schen Felder genügend erörtert zu haben.[4] Ich habe

---

[1] L. c. S. 649.

[2] Arch. f. mikr. Anat., Bd. 32, 1889, S. 237.

[3] Diese Berichte, Bd. 98, 1889, S. 173.

[4] Weniger unzweifelhaft scheint mir, was man im einzelnen Falle als Cohnheim'sche Felder bezeichnet hat. Was Cohnheim selbst (Virch. Arch., Bd. 34, 1865, S. 606) als die nach ihm benannte Querschnittsstructur beschreibt,

dieselbe so ausführlich dargestellt, um dem Vorwurf zu begegnen, Knoll's Darstellung falsch verstanden zu haben, muss aber gestehen, dass ich selbst bei wiederholtem aufmerksamem Studiren derselben ein gewisses Gefühl der Unklarheit nicht überwinden konnte. So viel scheint mir aber aus den angeführten Auseinandersetzungen sicher hervorzugehen, dass die Felderzeichnung am Muskelfaserquerschnitte nicht der Ausdruck einer Reagenswirkung ist, sondern im Bau der lebenden Muskelfasern, im gegenseitigen Verhalten von fibrillärer Substanz und ihrem Bindemittel begründet erscheint. Reagentien verändern das normale Bild vielfach durch Quellung oder Schrumpfung, immer jedoch werden sinnfällige Unterschiede im Querschnittsbilde gehärteter Muskelfasern auf eine Verschiedenheit der Anordnung des Sarkoplasmas in der lebenden Muskelfaser bezogen werden können.

---

bin ich, nach den angeführten Massen, geneigt, auf Fibrillenquerschnitte zu beziehen; denn bei Säugethieren messen die Felder nach seiner Angabe nur 1·5—1·8 μ. An dem abgebildeten Froschmuskelquerschnitte sieht man auch grössere Felder, die durch breitere Sarkoplasmazüge, in denen auch die Kerne liegen, abgegrenzt werden. Vielfach werden diese Felder ebenfalls als Cohnheim'sche benannt (vergl. auch meine Fig. 9 *a*, *e*, Taf. II), und sie entsprechen wohl nach der oft gebrauchten Definition Kölliker's den Querschnitten von Muskelsäulchen. Allerdings kommen nach Rollett (Untersuchungen, I. Theil, S. 127) Muskelsäulchen von so geringem Querschnitt vor, dass man annehmen muss, dass dieselben nur aus sehr wenigen oder einer einzelnen Fibrille bestehen; dann müsste man mit Knoll (l. c. S. 654) unter Cohnheim'schen Feldern jede regelmässige Felderung des Muskelquerschnittes verstehen. Vielleicht beruht auf dieser nicht hinlänglich präcisirten Ausdrucksweise auch die Differenz zwischen Kölliker und Rollett in Betreff der Kittsubstanz zwischen den Fibrillen und meine eigene, im zweiten Abschnitte gegebene Darstellung dieser Frage.

Jedenfalls erscheint in der Literatur nicht immer dasselbe Querschnittsstructurbild mit dem Ausdruck »Cohnheim'sches Feld« belegt, und es dürfte zweckmässig sein, dort, wo es sich um eine genauere Unterscheidung in der Felderung handelt, von Fibrillenfeldern und Säulchenfeldern zu sprechen; dabei hege ich für meinen Theil die Vorstellung, dass Kerne und interstitielle Körnchen nur zwischen den Säulchenfeldern vorkommen und dass die Grenzen der letzteren oft so verwischt sein können, dass viele Muskelfaserquerschnitte, besonders bei Säugethieren, dann oft nur eine gleichmässige Fibrillenfelderung zeigen. Man vergl. damit das S. 30 Gesagte.

III. Morphologische und optische Verschiedenheiten im ausgebildeten Muskel. — Helle und trübe Muskelfasern. — Verschiedene Ursachen des hellen und trüben Aussehens.

A. Muskeln vom Menschen aus Müller'scher Flüssigkeit; Wirkung der letzteren auf das Structurbild.

Anlässlich der Untersuchung von sagittalen Durchschnitten eines Augenlides, das frisch (von einem Justificirten) in Müller'sche Flüssigkeit gebracht worden war, stiess ich auf ein eigenthümliches Aussehen des M. orbicularis palpebrarum. In schwach lichtbrechenden Medien, Alkohol oder Wasser, untersucht, bot der Muskelquerschnitt folgendes Bild: In den einzelnen Bündeln finden sich zwischen den überwiegend trüben Faserquerschnitten solche von auffallend starkem, fast fettartigem Glanze in ganz unregelmässiger Weise vertheilt. (Fig. 1, Taf. I). Die Faserquerschnitte erscheinen in den verschiedensten Tönen von farblos oder gelblichweiss bis zu bräunlichgrau oder mahagonibraun, so dass man den Eindruck eines bunten Mosaiks erhält. Die hellste Färbung ist mit dem stärksten Glanze verbunden; solche Faserquerschnitte sehen bei hoher Einstellung wie Fetttropfen aus und leuchten unter den übrigen hervor. Am schönsten fand ich diese Differenz in den der Lidkante am nächsten gelegenen Bündeln des eigentlichen Sphincter palpebrarum, welche sich durch die weitestgehenden Grössen- und Helligkeitsdifferenzen ihrer Fasern von der mehr aus gleichmässig dünneren Fasern zusammengesetzten portio Riolani unterscheiden. Auch gegen den Übergang in den Orbicularis orbitae werden die Fasern von mehr gleichmässig grösserem Kaliber und finden sich hier keine so hellen Querschnltte mehr vor. Bekanntlich sind in vivo die Fasern des Lidmuskels dünn und blass gegenüber den stark entwickelten und deutlich rothen Fasern des Orbicularis orbitae. Die Durchmesser der hellen Fasern schwanken zwischen dem grössten und kleinsten hier überhaupt zu beobachtenden, und was ihre Vertheilung anlangt, so scheint sie gänzlich regellos, wie aus der Fig. 1 ersichtlich ist, in der sie mit Hilfe der Camera genau nach ihrer Lage im

Bündel eingezeichnet sind. Die meisten hellen Fasern fand ich, wie gesagt, in den Randtheilen des Muskels.

Der Grad dieser auffallenden Helligkeitsdifferenz hängt nun von verschiedenen Umständen ab; so von der Dicke des Schnittes, dem Brechungsindex der Untersuchungsflüssigkeit und der Beleuchtungsintensität. Sie ist an sehr dünnen Schnitten geringer, wird bedeutend abgeschwächt durch aufhellende Mittel, schon durch Glycerin-Wasser, während ätherische Öle oder Balsam den Unterschied ganz aufheben, was bereits Grützner[1] hervorhebt, und nimmt auch ab, wenn man den Condensor zur Beleuchtung verwendet. Anderseits tritt der Unterschied aber auch selbstverständlich bei starker Vergrösserung weniger deutlich hervor, als bei schwacher. Die schönsten Bilder erhielt ich bei einer circa 125-fachen Vergrösserung und bei Abblendung des auffallenden Lichtes. Blendet man das durchfallende Licht ab, dann kehrt sich das Bild um, d. h. die früher trüben Querschnitte erscheinen weiss, das Licht stark reflectirend, während die hellen Faserquerschnitte nicht reflectiren und wie scharfrandige Löcher im Präparate hervortreten. Beide Bilder, das im durch-, wie im auffallenden Lichte erhält man rein aber nur dann, wenn alle Fasern im Gesichtsfelde rein quergetroffen sind. Untersucht man auf einem um die verticale Achse drehbaren Objecttisch, so kann man oft bei der Drehung einzelne Faserquerschnitte ihre Helligkeit ändern sehen. Diese Erscheinung beruht auf dem Umstande, dass die Muskelfasern sich im herausgeschnittenen Muskel vielfach in Wellenbiegungen legen, so dass sie am Querschnitte schräg getroffen werden und nun je nach der Orientirung zum einfallenden Lichte hell oder dunkel erscheinen, wie das für parallelfaserige Structuren (Sehne, Zahnbein etc.) bekannt ist. Sieht man von diesem Umstande ab, so hat es beim Anblick dieser Präparate den Anschein, als hätte man es hier mit einem ausgezeichneten Falle vom Vorkommen heller und trüber Muskelfasern beim Menschen zu thun. Bevor wir aber auf eine kritische Untersuchung der Berechtigung einer solchen Deutung eingehen, wollen wir noch Einiges über histologische Unterschiede und das weitere Vorkommen solcher heller und trüber Faserquerschnitte anführen.

[1] L. c. S. 677.

An den hellen Faserquerschnitten fällt zunächst ihre vorwiegend runde Form auf, während die trüben vielfach durch enge Aneinanderlagerung polygonal erscheinen; einzelne helle Querschnitte zeigen einen auffallend grossen Durchmesser, der das Durchschnittsmass um das Doppelte übertreffen kann. Betreffs der Felderung ergibt sich kein auffallender und durchgreifender Unterschied, obwohl es an aufgehellten Präparaten den Anschein hat, als wäre dieselbe an den trüben Querschnitten deutlicher.

Bei starker Vergrösserung lassen sich an ungefärbten Schnitten eine mehr minder deutliche Fibrillenfelderung und feinste, in grösseren Zwischenräumen gleichmässig vertheilte Körnchen auch an den hellen Querschnitten erkennen. Einen deutlichen Unterschied zeigen beide Faserquerschnitte bei gewissen Färbungen. So treten die hellen nach der (weiter unten beschriebenen) Vergoldung durch dunklere Rothfärbung hervor und ähnlich durch stärkere Braunfärbung nach Behandlung mit Essigsäure-Hämatoxylin. Schliesslich muss ich hervorheben, dass einzelne Querschnitte nur in einem Sector oder Segment hell erscheinen, im übrigen trüb.

Ein ähnliches Vorkommen heller und trüber Faserquerschnitte fand ich bei einem Augenmuskel (ebenfalls vom Justificirten und in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet). Auch hier wechseln helle und trübe Querschnitte in der buntesten Weise miteinander ab; aber während im Orbicularis palpebrarum die hellen Querschnitte an Zahl immer hinter der Masse der trüben zurücktreten, kommen hier Bündel vor, die überwiegend aus hellen, dann wieder solche, die fast nur aus trüben Querschnitten bestehen; während im Lidmuskel gerade oft die dicksten Faserquerschnitte am hellsten erscheinen, sind es hier vorwiegend dünnere, während die grössten Faserquerschnitte trüb sind. Aus 40 Messungen an Quer- und Längsschnitten fand ich als Mittel für die hellen Fasern 17 μ, für die trüben 28 μ; diese erreichen Maxima von 42 μ, während ihre kleinsten Durchmesser selten unter das Mittel der hellen sinken. Für die hellen Fasern stellen sich die beiden Grenzziffern auf 33 μ und 9·8 μ.[1]

[1] Leider konnte der Muskel nicht bestimmt werden; vergleicht man die hier angegebenen Werthe mit den von Schwalbe und Mayeda (Über die

Untersucht man die beiden Faserarten an ungefärbten Querschnitten in einem schwach lichtbrechenden Medium, so ergibt sich neben der verschiedenen Helligkeit als auffallendster Unterschied eine gröbere, deutlicher hervortretende Felderung der trüben Querschnitte. Die meisten lassen ziemlich grosse Säulchenfelder erkennen, die zumeist wieder in Fibrillenfelder zerfallen. Die Sarkoplasmadurchgänge sind bald schärfer ausgebildet, bald undeutlich; die hellen Fasern erscheinen fast homogen oder zierlich und dicht fibrillär gefeldert. An einzelnen trüben Fasern, bei denen die Felderung nicht zu sehr in den Vordergrund tritt, kann man leichter oder erst nach aufmerksamer Untersuchung mit starker Vergrösserung blasse, kugelige interstitielle Körnchen neben der Fibrillenfelderung sehen; in den meisten Fasern jedoch ist dies nicht möglich, da man interstitielle Körnchen und Fibrillenquerschnitte nicht auseinanderhalten kann. Dass im Augenmuskel jedoch an interstitiellen Körnchen reiche Fasern vorkommen, lässt sich schon an diesen Präparaten sicher behaupten.

Nach Knoll[1] sind nach Einwirkung von Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit im Inneren der trüben Fasern die Körnchen an Längsschnitten fast gar nicht, an Querschnitten aber zumeist nur als Knotenpunkte eines die Muskelsäulchen umrahmenden Balkenwerkes zu sehen. Knoll ist demnach der Ansicht, dass die Körnchen durch die Müller'sche Flüssigkeit eine Veränderung erfahren, welche auch Ursache für das Zustandekommen des Balkenwerkes sein soll. Die Schilderung, welche Knoll von den Querschnittsbildern aus Müller'scher Flüssigkeit gibt, muss im Ganzen als richtig anerkannt werden; jedoch scheint mir der Umstand, dass man an solchen Querschnitten meistens die interstitiellen Körnchen so schwer wahrnimmt, zum Theil weniger auf einer Veränderung derselben zu beruhen, als darauf, dass sie sich von der stark hervortretenden Fibrillenfelderung zu wenig abheben, wie ja auch an Präparaten aus Flemming's Gemisch dort, wo die Felderung scharf hervortritt (in den Randpartien), die Körnchen kaum oder nicht wahrgenommen werden, deutlich dagegen dort, wo durch die Quellung die Querschnitte homogen erscheinen.

Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern des Menschen. Zeitschr. f. Biol. N. F. Bd. 9, 1890) gewonnenen, so kämen sie dem rectus inf. am nächsten. Meine Zahlen sind jedoch bedeutend höher als die der beiden Autoren (Min. 9·5, Max. 26·6, Med. 15·5), was einerseits darauf zurückzuführen ist, dass die Angaben Schwalbe's und Mayeda's sich auf ein weibliches Individuum beziehen und zweitens, dass die von mir untersuchten Muskeln jedenfalls noch reactionsfähig in die Härtungsflüssigkeit gekommen sind.

[1] Denkschriften, l. c. S. 650.

So kann man unter Umständen auch an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit die Körnchen als wohlerhaltene, isolirte kugelige Gebilde wahrnehmen, worüber ich noch besonders auf die Beobachtungen an der Mäusezunge verweise. Dass die Veränderung der Körnchen durch Müller'sche Flüssigkeit keine so eingreifende sein kann, um daraus das Zustandekommen des die Cohnheim'schen Felder umrahmenden Balkenwerkes zu erklären, scheint mir auch aus folgendem Versuche hervorzugehen. Vorausschicken muss ich, dass nach Knoll durch die Trockenmethode die interstitiellen Körnchen vorzüglich erhalten werden und dass der menschliche Gastroknemius vorwiegend aus körnchenreichen Fasern besteht, wie man sich an jedem frischen Isolationspräparat oder Trockenquerschnitt überzeugen kann. An Querschnitten des Gastroknemius aus Müller'scher Flüssigkeit nun tritt die Fibrillenfelderung so deutlich hervor, dass von den interstitiellen Körnchen kaum etwas zu sehen ist. Wäscht man einen solchen Muskel aber nach der Härtung gründlich aus, trocknet ihn und fertigt nun in der bekannten Weise wieder Querschnitte an, dann treten in dem homogenen Querschnittsbilde die isolirten, kugeligen Körnchen wieder deutlich hervor. So viel hier über die Wirkung der Müller'schen Flüssigkeit; weiteres siehe unter Abschnitt III, *C.* Ähnlich dürfte es sich bei der Alkoholwirkung verhalten, welche auch die Fibrillen zu deutlich macht, als dass man zwischen denselben noch die interstitiellen Körnchen wahrnehmen könnte. Auch an Alkoholmuskeln (eines Justificirten) konnte ich dieselbe Beobachtung machen, wie die eben am Gastroknemius aus Müller'scher Flüssigkeit beschriebene. Trocknet man Muskeln, die (auch lange Zeit) in Alkohol gelegen haben und fertigt dann Trockenquerschnitte an, die man in 0·75% Kochsalzlösung aufquellen lässt, so kann man an denselben helle und trübe Faserquerschnitte ganz gut erkennen und erscheinen in den trüben die interstitiellen Körnchen als wohlerhaltene, isolirte Gebilde über den sonst homogenen Querschnitt gestreut. Darin liegt, wie ich glaube, ein directer Beweis dafür, dass Alkohol keine bedeutende Veränderung auf die interstitiellen Körnchen bewirkt. Übrigens haben bereits Aubert[1] und Kölliker,[2] wie Knoll selbst anführt, hervorgehoben, dass die Körnchen durch Einwirkung von Chromsäure und Alkohol schrumpfen, aber selbst nach längerem Kochen in letzterem nicht gelöst werden. Sollten sie jedoch zum Zustandekommen des Balkenwerkes beitragen, so wäre dies doch nur durch ein Verquellen oder Gelöstwerden erklärlich. Wir kehren nun zur Beschreibung des Augenmuskels zurück.

Von grossem Interesse ist das feinere Structurbild der einzelnen Querschnitte, wie es sich an mit Haematoxylin gefärbten oder vergoldeten und in Lack eingeschlossenen Präparaten darbietet, an welchen die interstitiellen Körnchen nicht mehr sichtbar sind. Besonders die Goldpräparate sind hier sehr lehrreich,

[1] Über die Structur der Thoraxmuskeln der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. IV, 1853, S. 390.

[2] Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. VIII, 1857, S. 320 und Bd. CLVII, 1888.

und beziehen sich die folgenden Angaben auf solche. Die Methode, deren ich mich zur Herstellung derselben bediente, ist sehr einfach. Die dünnsten Celloidinschnitte des in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Objectes werden in destillirtem Wasser gut ausgewaschen, damit jede Spur von Alkohol entfernt werde, da man sonst an den Oberflächen einen Goldniederschlag bekommt, der übrigens bei richtiger Einstellung die Beobachtung nicht sonderlich beeinträchtigt. Dann kommen sie auf kurze Zeit (10 bis 15 Minuten) in eine schwache Goldchloridlösung (0·25% oder schwächer), werden abermals mit einer Glasnadel in destillirtes Wasser übertragen, um das überschüssige Gold zu entfernen und kommen dann zur Reduction im Dunkeln in verdünnte Ameisensäure (1% oder stärker). An solchen Präparaten färbt sich die contractile Substanz mehr weniger intensiv (von blaugrau bis dunkelroth), während das Sarkoplasma ungefärbt bleibt. Die Querschnittsbilder der Augenmuskelfasern bieten eine so grosse Mannigfaltigkeit, dass es längeren und genauen Studiums bedarf, um zur Überzeugung zu gelangen, dass es sich nur um einige Grundtypen handelt, welche durch die verschiedensten Übergangsformen verbunden werden. Als auffälligste Erscheinung tritt hervor, dass die hellen Faserquerschnitte am dunkelsten gefärbt erscheinen und in überwiegender Mehrzahl dünnen Fasern angehören. Viele erscheinen vollkommen homogen und dann meist vom Sarkolemm etwas retrahirt, leicht ausgezackt, sternförmig (Fig. 9*d*, Taf. II); die übrigen zeigen eine sehr deutliche, eigenthümliche Felderung mit scharfen, parallelrandigen Sarkoplasmadurchgängen, während die einzelnen Felder vollkommen homogen und von verschiedenster Form sind, oft Bänder oder Hohlrinnen darstellen, die sich zwiebelschalenartig decken (Fig. 9*e*, Taf. II); aber auch einzelne dicke Fasern erscheinen dunkelgefärbt, lassen dann aber die gewöhnlichen, polygonalen Cohnheim'schen Felder erkennen.

In der Mehrzahl erscheinen die trüben Fasern wenig, nur in einem blaugrauen Tone gefärbt, enthalten nicht selten innenständige Kerne und zeigen im Wesentlichen drei Arten von Querschnittsbildern: 1. rundliche oder polygonale, durch weite Sarkoplasmadurchgänge getrennte Muskelsäulchen, die ent-

weder homogen oder deutlich in Fibrillen aufgelöst erscheinen (Fig. 9*a*). 2. Die Auflösung in Fibrillen oder kleinste Fibrillengruppen ist noch weiter gediehen und verwischt die Felderung, so dass der Querschnitt nur eine mehr minder gleichmässige, distincte Punktirung erkennen lässt (Fig. 9*c*). 3. Querschnitte die gleichsam ein umgekehrtes Bild, wie 1 zeigen, scharfbegrenzte, runde oder verzogene helle Lücken in einem gefärbten Netzwerk, von dem sich allerdings auch oft wieder einzelne Fibrillen abspalten können (Fig. 9*b*).

Bei wiederholter Betrachtung dieser Bilder, die man wohl als verschiedene fixirte Stadien möglicher physiologischer Zustände auffassen darf, erhält man unmittelbar den Eindruck, der wohl auch dem Verhalten im Leben entsprechen dürfte, dass die Fibrillen im weichen Sarkoplasma einen genügenden Spielraum haben, um sich dicht aneinanderzulagern oder weiter von einander zu entfernen; in letzterem Falle können die intercolumnären Sarkoplasmazüge ganz verwischt werden und mit den interfibrillären ein einheitliches Netzwerk darstellen.

Die Vorstellung Rollett's,[1] dass das intercolumnäre Bindemittel, das Sarkoplasma, von dem interfibrillären wesentlich verschieden sei, mag vielleicht insoferne gerechtfertigt sein, als die geformten Bestandtheile desselben (interstitielle Körnchen) bei der Auflösung des Querschnittes in Fibrillen nicht in die interfibrilläre Kittsubstanz eindringen werden, und man sich auch recht wohl eine verschiedene Entstehungsweise beider Kittmassen denken kann. Der homogene Antheil des Sarkoplasmas jedoch scheint nach den oben besprochenen Bildern zwischen den Säulchen und Fibrillen continuirlich zusammenzuhängen, wesshalb ich mich in dieser Frage auf die Seite Kölliker's[2] stellen muss, der auch die Fibrillen durch kleinste Mengen von Sarkoplasma verbunden sein lässt.

Hier wäre aber auch daran zu denken, ob nicht die Fasern mit getrennten Muskelsäulchen einfach als protoplasmareiche, die mit fibrillärer Punktirung als protoplasmaarme, also überhaupt als zwei morphologisch verschiedene Formen aufzu-

[1] Untersuchungen, II. Theil, S. 48.

[2] Handbuch der Gewebelehre, 6. Aufl., S. 366.

fassen wären. In der That fasst Knoll[1] die Fasern, die am Querschnitt nur gleichmässig vertheilte Fibrillen zeigen, als einen eigenen Typus, als protoplasmaarme Fasern auf. Obgleich ich dieser Deutung vorläufig nicht jede Berechtigung absprechen möchte, scheint sie mir desshalb nicht hinlänglich gestützt, weil sich zwischen beiden Formen alle Übergänge finden und speciell an den vergoldeten Augenmuskelquerschnitten auch solche vorkommen, die neben einigen wohlabgegrenzten Muskelsäulchen auch vollkommen in Fibrillen aufgelöste zeigen, zwischen denen dann die intercolumnären Grenzen nicht mehr wahrnehmbar sind.

Hier muss ich nebenbei eines eigenthümlichen Vorkommens in diesem Augenmuskel Erwähnung thun, weil ich dasselbe auch an allen anderen untersuchten Augenmuskeln, die ich möglichst frisch und als normal geltend erhalten hatte, wiederfand: es sind dies vacuolisirte oder hohle Fasern, welche sich besonders in den Oberflächenpartien der Muskeln typischer Weise vorfinden. Von Querschnitten, welche in der Mitte oder excentrisch eine kleine Vacuole, von der Grösse eines Muskelkörperchens enthalten, bis zu solchen, in denen die contractile Substanz durch ein grosses scharfrandiges Loch auf einen schmalen Ring verdrängt erscheint, finden sich alle Übergänge.

Auch mehrere Vacuolen neben- und übereinander finden sich in einem Querschnitt, so dass er wie schwammartig durchlöchert erscheint. Meist enthalten solche Querschnitte einen oder auch mehrere innenständige Kerne. (Fig. 10*a*, Taf. II.)

An Querschnitten eines Rectus oculi inf. vom Justificirten, in Flemming's Gemisch fixirt, fand ich auch solche hohle Muskelfasern; die Höhlung war hier vielfach erfüllt von feingranulirtem, kernhaltigem Protoplasma (?), so dass diese Bilder einigermassen an embryonale Formen erinnerten.

Ich betone nochmals, dass alle untersuchten Augenmuskeln makroskopisch als vollkommen normal angesehen werden mussten, was mir in Hinsicht auf die Thatsache, dass Vacuolisirung der Muskelfasern für viele primäre Myopathien als charakteristisch[2] angesehen wird, von Interesse scheint.

Am Längsschnitte erscheinen diese vacuolisirten Fasern oft beträchtlich spindelförmig aufgetrieben, mit einem dünnen Fibrillenmantel versehen, der einen einfachen oder mehrere zusammenfliessende, blasenartige Räume bedeckt, in welche noch scheidewandartige Reste der fibrillären Substanz scharfrandig hineinragen (Fig. 10, *b*). Diese Räume sind entweder leer oder wenn sie noch kleiner sind, mit feinkörniger Masse erfüllt, welche einzelne oder mehrere Kerne

---

[1] L. c. S. 693.

[2] Man vergleiche darüber die Zusammenstellung bei Rindskopf: »Über das Verhalten der Muskelfasern in Bezug auf Vacuolenbildung und Hypertrophie nach Nervendurchschneidung«. Inaug.-Diss., Bonn, 1890.

enthält. Im einfachsten Falle scheinen diese Fasern im Innern eine Kernreihe mit breiter, protoplasmatischer Zone zu besitzen, so dass die bauchig aufgetriebene Form vielleicht durch Reagenswirkung entstanden ist.

Ähnliche Vacuolisirungen geringeren Grades fand ich auch in anderen Muskeln und auch Roth[1] hat das Auftreten derselben hie und da bei normalen Fasern beobachtet.

In ausgezeichneter, aber etwas besonderer Weise fand ich helle und trübe Faserquerschnitte im Orbicularis oris eines kräftigen, neugebornen Kindes (Müller'sche Flüssigkeit). An einem senkrechten Durchschnitte durch den mittleren Theil der Unterlippe erscheinen die oberflächlichsten, unmittelbar unter dem Übergange der äusseren Haut in das Lippenroth gelegenen Bündel des Orbicularis oris besonders trüb und undurchsichtig (in Alkohol oder Wasser), während einzelne Faserquerschnitte wie Fetttropfen hervorleuchten. Sie sind anscheinend auch hier wieder regellos in den Bündeln vertheilt (Fig. 11, Taf. II); was das Bild aber von den beiden oben besprochenen unterscheidet, ist der Umstand, dass sie sich hauptsächlich nur in den oberflächlichsten Bündeln finden — die tiefer gelegenen sind weniger trüb, aber immerhin treten auch hier einzelne helle Querschnitte deutlich hervor — und dass der Contrast zwischen den hellen und trüben Querschnitten viel auffallender ist, da sich keine Übergänge zwischen beiden Formen finden; dadurch ist das Bild auch nicht so bunt, mosaikartig, wie an den Querschnitten des Lid- und Augenmuskels.

Die hellen Faserquerschnitte erscheinen fast durchgehends kreisrund, während die trüben Fasern ovale oder mehr minder polygonale, mit abgerundeten Ecken versehene Querschnitte zeigen. Die Durchmesser der hellen Faserquerschnitte schwanken zwischen den kleinsten und grössten Faserdurchmessern überhaupt, vielfach stimmen sie mit denen der trüben Fasern überein (im Mittel 11—12 μ), können aber bis zu 22 μ betragen.

Färbt man solche Schnitte mit Hämatoxylin und schliesst sie in Damarlack ein, dann verschwinden die Helligkeitsunterschiede, dagegen treten andere um so deutlicher hervor. Während die hellen bei flüchtiger Betrachtung einen anscheinend homogenen Querschnitt, und erst bei genauer Beobachtung ein weit-

---

[1] Virch. Arch., Bd. 85, S. 95.

maschiges, ausserordentlich zartes Netzwerk zeigen, erscheint der Querschnitt der anderen wie durch zahlreiche, unregelmässige, vielfach verzogene und untereinander anastomosirende Lücken reliefartig erhaben und vertieft. Untersucht man die Lichtvertheilung mit dem für Niveaudifferenzen ausserordentlich empfindlichem 2*mm* Apochromat von Zeiss und etwa einem Compensationsocular VI, so sieht man, dass diese Lücken am hellsten bei tiefer Einstellung erscheinen, während bei hoher die zwischen ihnen gelegenen Muskelsäulchen heller werden als das Netzwerk; man hat da oft den Eindruck, als ob dunkle Punkte von einer netzförmig zusammenhängenden, helleren Zwischensubstanz umgeben würden, weil sich die Muskelsäulchen vielfach bis zur Berührung genähert sind. Eine richtige Beurtheilung ermöglicht hier nur der sorgfältige Gebrauch der Mikrometerschraube.

Zwischen diesen beiden Faserquerschnitten finden sich nun mannigfache Übergänge in betreff der Felderzeichnung; oft können auch helle eine sehr deutliche Felderung zeigen, aber stets ist dieselbe zart, gleichmässig, ohne dass sie Knotenpunkte zeigen würde, wie die trüben Querschnitte. Die hellsten Querschnitte erscheinen fast homogen.

Die beiden Faserarten verhalten sich nun auch gegen Farbstoffe verschieden; so färben sich die hellen mit Eosin in einen Orangeton, ähnlich wie rothe Blutkörperchen, während die dunklen mehr das Eosinroth annehmen, wie z. B. das collagene Bindegewebe. Sehr deutlich treten auch hier die hellen Fasern bei der Vergoldung hervor; sie erscheinen dunkelroth gefärbt zwischen den heller blaugrau gefärbten trüben Faserquerschnitten; während erstere keine weitere Structurzeichnung erkennen lassen, zeigen letztere ein helles, meist unzusammenhängendes Lückensystem in einem ziemlich breiten Balkennetz, ein Bild, das einigermassen an die Querschnitte der trüben Muskelfasern der Fledermaus erinnert, wie sie Rollett abgebildet hat.

Alles in Allem machen solche Präparate ganz den Eindruck, als hätte man hier protoplasmaarme und protoplasmareiche Muskelfasern vor sich, wobei man allerdings nicht vergessen darf, dass man es hier mit Muskelfasern

zu thun hat, die dem embryonalen Stadium noch nahestehen.

Treten wir nun an die Frage heran, ob wir aus der an den besprochenen Fällen (Lidmuskel, Augenmuskel, Unterlippe) gemachten Beobachtung heller und dunkler Faserquerschnitte den Schluss auf das Vorhandensein heller und trüber Fasern im Sinne der Autoren ziehen dürfen, so müssen wir zunächst einige bereits für die menschlichen Muskeln bekannte Angaben kurz erwähnen. Bekanntlich hat Grützner zuerst bestimmtere Angaben über das Vorkommen heller und trüber Fasern beim Menschen gemacht;[1] er bemerkt,[2] dass man an in 2⁰/₀ Essigsäure gequollenen Trockenquerschnitten beliebiger menschlicher Muskeln ziemlich regelmässig auf jedem grösseren Querschnitte zweierlei verschiedene Muskelfasern wahrnimmt, welche sich allerdings weniger durch Grösse und Farbe, als namentlich durch eine eigenthümliche Trübung von einander unterscheiden. Hat man ganz frische Muskeln zum Trocknen verwendet, so zeigen die trüben Felder auch eine andere Färbung als die hellen. Die trüben Muskelfasern sind kernreicher und zeigen eine deutlichere Fibrillenbildung, wozu ich bemerke, dass die letztere Structureigenthümlichkeit sich am Querschnitte durch deutlicher hervortretende Cohnheim'sche Felder ausprägen muss.

Übereinstimmend äussert sich Arnold,[3] indem er bei Besprechung seines Falles erwähnt, dass die hellen Muskeln am Durchschnitte eine fast ganz homogene Beschaffenheit zeigten, während in den rothen entsprechend der deutlichen Längsstreifung eine sehr ausgesprochen punktirte Zeichnung vorhanden ist und die Cohnheim'schen Felder sehr deutlich hervortreten.

Nach Knoll beruht das helle und trübe Aussehen der Muskelfasern auf dem Mangel oder dem mehr minder ausge-

---

[1] Gelegentliche Beobachtungen dieses Vorkommens dürften schon früher gemacht worden sein; so bildet z. B. Margo (l. c.) an einem gequollenen Trockenquerschnitt des M. plantaris vom Menschen helle und trübe Faserquerschnitte ab (Fig. 37), deren Erklärung jedoch eine ganz unzutreffende ist.

[2] L. c. S. 677.

[3] Über das Vorkommen »heller« Muskeln beim Menschen. Heidelberg. Winter, 1886.

sprochenen Reichthum an interstitiellen Körnchen, ein Structurunterschied, den bereits Krause[1] für die weissen und rothen Muskeln des Kaninchens hervorgehoben hat. Weiter betont Knoll[2] und mit ihm Stöhr,[3] dass die hellen Fasern im Allgemeinen am dicksten, die trüben am dünnsten sind.

Von sämmtlichen Autoren wird endlich übereinstimmend als Unterschied für die beiden Faserarten bei Thieren eine deutlichere Längsstreifung (Säulchenfelder, Knoll) für die trüben (rothen), eine regelmässigere Querstreifung, zarte, kaum angedeutete Längsstreifung (Fibrillenfelder, Knoll) für die hellen (weissen) Fasern angegeben.

Mit diesen Beschreibungen stehen viele Beobachtungen an den besprochenen menschlichen Muskeln in Einklang, andere jedoch im Widerspruch, wie z. B. der vorwiegend geringere Durchmesser der hellen Faserquerschnitte im Augenmuskel.[4]

Jedesfalls war es nöthig auch die betreffenden Längsschnitte und die Frage nach dem Gehalt der trüben Fasern an interstitiellen Körnchen mittelst geeigneterer Methoden in das Bereich der Untersuchung zu ziehen. Am geeignetsten erwiesen sich hiezu dünne Längsschnitte durch den parallelfaserigen Augenmuskel. Bei der Betrachtung derselben in Alkohol oder

---

[1] Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig, 1864.

[2] Denkschriften, l. c. S. 693.

[3] Lehrbuch der Histologie, V. Aufl., S. 64.

[4] Betreffs der Kaliberverhältnisse der weissen und rothen Muskeln vergl. man R. Mayeda, Über die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. Biologie, N. F., 9. Bd., 1890, S. 140. Die Angaben der Autoren sind durchaus nicht übereinstimmend; so wären nach Krause und Ranvier beim Kaninchen die rothen Fasern im Allgemeinen dicker als die weissen; nach Grützner, Mayeda und Knoll die weissen dicker als die rothen. Allerdings bemerkt schon Grützner, dass auch das Umgekehrte, namentlich beim Hund, häufig der Fall sei, so dass Mayeda zu dem Schlusse kommt: Es scheint darnach, dass in den Kaliberverhältnissen kein durchgreifender Unterschied zwischen rothen und weissen Muskeln gefunden werden kann.

Hier muss ich auch noch der Beobachtungen von Lavocat und Arloing (Recherches sur l'anatomie et la physiologie des muscles striés pâles et foncés. Toulouse 1875) gedenken, welche bei den Fischen stets die weissen, beim Huhn die trüben Fasern bedeutend dicker finden. Vergl. auch Knoll (vorläufige Mitth., S. 459) über die Fledermausmuskeln.

Wasser konnte man nun in der That ebenfalls helle und trübe Fasern erkennen; die hellen erscheinen meist dünner, vielfach fast homogen, im auffallenden Lichte nicht reflectirend; die dunklen deutlich längsgestreift, in Fibrillen oder Fibrillenbündel zerspalten und im auffallenden Lichte stark reflectirend.

Untersucht man beide Faserarten bei starker Vergrösserung, dann erkennt man als durchgreifenden Unterschied die stark ausgeprägte, fibrilläre Zerklüftung an den trüben (Fig. 12 *b*, Taf. II) und den Mangel einer solchen, verbunden mit stärkerem Lichtbrechungsvermögen bei den hellen Fasern. An sehr dünnen Schnittstellen zeigen die trüben Fasern auch ein eigenthümlich körniges Ansehen. Vielfach scheint auch in der Querstreifung ein Unterschied vorhanden zu sein, indem dieselbe an den trüben infolge der deutlichen Längsstreifung undeutlich wird, oder aber, wenn sie scharf ausgeprägt ist, viel enger erscheint, als an den hellen. Letztere zeigen an vielen Stellen auf das Schönste die Streifen *Q* und *Z*; dann aber, was besonders bemerkenswerth ist, nicht selten contrahirte Abschnitte, welche in. ihrer Form an fixirte Wellen von Insectenmuskeln erinnern. Manche Fasern lassen in ihrem Verlaufe in kurzen Abständen 3—4 solcher Knoten erkennen, die durch homogene Strecken getrennt sind und schliesslich wieder in die typische Querstreifung der ruhenden Faser übergehen (Fig. 12 *a*, Taf. II). Diese homogenen Strecken besitzen ein erhöhtes Lichtbrechungsvermögen, sie leuchten bei hoher Einstellung mit demselben Glanze hervor, wie am Querschnitte des Augenmuskels die hellen Faserquerschnitte und erweisen sich stets bedeutend verschmälert gegenüber den quergestreiften Abschnitten. Bei aufmerksamer Durchforschung der Schnitte stösst man auf die mannigfaltigsten Bilder, welche für das Verständniss der beschriebenen Querschnitte von grösstem Interesse sind. So fand ich eine anscheinend trübe Faser mit deutlicher Längs- und enger Querstreifung plötzlich in ein verschmälertes Stück übergehen, das bei schwacher Vergrösserung durch erhöhten Glanz hervorleuchtet. Es zeigt scharf ausgeprägte *Z*- und *Q*-Scheiben, und gerade letztere zeichnen sich durch auffallende Dicke und starkes Lichtbrechungsvermögen aus. Unter zunehmender Verbreiterung geht diese Faserstrecke, die

im Ganzen wie eine Einschnürung einer dicken Faser erscheint, über in eine längsstreifige Faser, die aber noch deutlich Q und Z unterscheiden lässt. Gleichsam ein weiter vorgeschrittenes Stadium, als das eben beschriebene habe ich in Fig. 13, Taf. II abgebildet. Eine Faser mit allen Eigenthümlichkeiten der trüben Fasern verschmächtigt sich an einer Stelle plötzlich zu einem dünnen, homogenen, wachsartig glänzenden Faden. Ein Querschnitt durch diese Stelle muss auffallend klein und hell, stark glänzend erscheinen.

Färbt man solche Schnitte mit Goldchlorid nach der oben angeführten Methode oder in dünner Eosinlösung, so treten die hellen Fasern durch dunklere Färbung deutlich hervor; aber auch die beschriebenen, stark glänzenden Contractionsstellen zeigen dunkelrothe Goldfärbung, während die ruhenden, normalen Abschnitte einen blaugrauen Ton zeigen. So wechseln oft in einer Faser stark und schwach gefärbte Stellen ab.

Der M. orbicularis palpebrarum bot am Längsschnitt ein ebenso buntes Bild, wie am Querschnitte; die Fasern zeigen so viele Verschiedenheiten untereinander, als auch im Verlaufe einer und derselben Faser, dass es fast unmöglich ist, die zu den Querschnittsbildern zugehörigen Längsansichten der Muskelfasern genau festzustellen. Deutlich tritt auch hier hervor, dass die dunkeln Fasern längsgestreift, in Fibrillen zerklüftet sind, während die hellen kaum eine zarte Andeutung der Längsstreifung zeigen. Betreffs der Querstreifung einen durchgreifenden Unterschied feststellen zu wollen, ist ein vergebliches Bemühen; es schien mir nur, dass dieselbe an den hellen Fasern im Allgemeinen breiter ist, als an den in Fibrillen zerfallenden. Diese zeigen oft auch eine sehr scharfe Querstreifung, aber sie ist meist eine einfache Folge heller und dunkler Bänder, während bei manchen hellen Fasern oft das eingeschobene Glied *Z* sehr scharf hervortritt. Die ganze Frage nach einem Unterschied in der Querstreifung wird aber illusorisch durch Bilder, welche theilweise an das beim Augenmuskel Beschriebene erinnern und welche die meisten hellen und viele solche Fasern zeigen, in deren Verlaufe dunkle, fibrilläre und helle Stellen abwechseln. Die meisten hellen Fasern erscheinen ihrer ganzen übersehbaren Länge nach oder auf grosse Strecken hin contrahirt

und in den gemischt färbigen Fasern erweisen sich die hellen Stellen ebenfalls als contrahirte. An vielen Fasern finden sich in der unregelmässigsten Weise in längeren oder kürzeren Abständen Contractionsstellen, die oft nur einzelne Muskelsäulchen betreffen oder ganz oberflächlich liegen, oft durch die ganze Faserbreite quer, schräg, mannigfach verzogen durchgehen. Diese Stellen erscheinen stark glänzend, hell, im auf fallenden Lichte dunkel, nicht reflectirend, umgekehrt wie die zwischenliegenden ruhenden Partien mit mehr minder deutlicher Quer- und Längsstreifung.

An vielen Stellen sieht man die Streifenfolge *Q*, *Z* mit *J* dazwischen in die enge Contractionsstreifung übergehen; bei der regellosen Stellung der Scheiben zur Faserachse ist aber eine genaue Beobachtung der Art dieses Überganges an diesen Objecten unmöglich. Ich habe in Fig. 14, Taf II, mehrere solcher partiell contrahirter Fasern schematisch dargestellt, indem ich bei *a* und *b* die contrahirten Stellen einfach durch Ton hervorhob, wie sich das Bild bei tiefer Einstellung zeigt, bei *c* hell liess, wie es der hohen Einstellung entspricht, um ihre Vertheilung zu zeigen; in Fig. 15 ist eine solche Faser etwas genauer ausgeführt, so weit dies die complicirten Verhältnisse gestatteten.

Dieses Vorkommen scheint Knoll ebenfalls beobachtet zu haben, wenn er sagt,[1] dass häufig inmitten der Schnittpräparate Faserwülste gefunden werden, welche durch die Reaction der ganzen, nicht abgestorbenen Muskelfaser auf das Härtungsmittel entstehen. An derselben Stelle erwähnt er auch, dass er bei allen von ihm angewendeten Härtungsverfahren an einem Theile der Fasern in den Schnittpräparaten Structurveränderungen gefunden hat, die nicht auf die mechanische Schädigung dieser Fasern bezogen werden konnten. In seiner neuesten, gemeinsam mit Hauer veröffentlichten Mittheilung hebt er weiter hervor, dass sich mitten in Schnitten aus Flemming'scher Lösung zuweilen ziemlich zahlreiche Faserwülste finden, die sich stärker färben und an denen in den trüben Fasern die Körnchen fehlen.[2]

Eine aufmerksamere Durchsicht der Muskelliteratur lehrt, dass ähnliche Beobachtungen bei zahlreichen Untersuchungen wiederkehren, jedoch vielfach

[1] Denkschriften, l. c. S. 651. Man sehe auch seine Fig. 8, Taf. VIII.

[2] Über das Verhalten der protoplasmaarmen und protoplasmareichen, quergestreiften Muskelfasern unter pathologischen Verhältnissen. Sitzungsber. der kaiserl. Akademie in Wien, Bd. 101, Abth. III, 1892, S. 318. Vergl. auch die Figuren 11, Taf. I, Fig. 7, Taf. III und Fig. 6, Taf. V.

nicht die nöthige Würdigung oder wohl auch eine falsche Auslegung ihrer Bedeutung gefunden haben.

Ich habe bei der Besprechung des Augenmuskels die Ähnlichkeit einzelner Contractionsknoten mit fixirten Wellen an Insectenmuskeln hervorgehoben und in der That gemahnen einzelne Stellen — spindelförmig verdickte Faserabschnitte mit enger Contractionsstreifung — an solche. Fixirte Contractionswellen sind jedoch an Vertebratenmuskeln ein seltener Befund, und führt Rollett[1] nur zwei derartige Beobachtungen von Bowman und Nasse an. In unseren Fällen dürfte es sich hauptsächlich um die von Exner[2] beschriebenen Dauercontractionen handeln, deren Zustandekommen er an frischen, in Eiweiss oder Linsenflüssigkeit untersuchten Muskelfasern unter gleichzeitiger Verschmälerung der Faser an diesen Stellen beobachtet hat. Nach Rollett handelt es sich dabei um ein unter Schrumpfung erfolgendes Absterben der Faser und bezeichnet er diese Contractionen als Schrumpfcontractionen; ich verweise darüber auf die angeführten Arbeiten von Exner und Rollett.

Auch auf die interessanten Beobachtungen von Wagener[3] an den Muskeln lebendiger Mückenlarven, sowie des Froschlarvenschwanzes sei hier aufmerksam gemacht.

Eine Beschreibung und Abbildung ganz analoger Befunde gibt Pineles[4] von Kehlkopfmuskeln des Pferdes, nach Nervendurchschneidung. Er hebt den starken Glanz, die starke Färbbarkeit in Eosin und eine verschwommene oder mangelnde Querstreifung als Merkmale dieser Verdichtungswülste hervor, ohne den auffallenden Unterschied in der Art der Querstreifung zwischen erschlafften und verdichteten Partien zu erwähnen; eine solche Beobachtung hätte ihn auch vor der Deutung dieser Verdichtungswülste als Degenerationserscheinungen bewahrt. Diese lag ihm allerdings sehr nahe, da er besagte Streifen und Bänder mitten unter infolge der Nervendurchschneidung atrophisch gewordenen Fasern fand. An anderer Stelle (l. c. S. 22) hebt Pineles selbst hervor, dass er die meisten derartigen »Streifen« im M. cricothyreoideus fand, obwohl dieser im Gegensatz zu allen anderen Muskeln mikroskopisch keine deutliche Degeneration erkennen liess.

Meiner Überzeugung nach gehören hieher auch viele Beobachtungen der pathologischen Anatomen, welche unter dem Schlagworte »wachsige Degeneration« in der Literatur vorgefunden werden.[5]

---

[1] Untersuchungen über Contraction und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern. Wiener Denkschriften, 58. Bd., 1891, S. 55.

[2] Über optische Eigenschaften lebender Muskelfasern. Pflüger's Archiv, Bd. 40, 1887, S. 373.

[3] Über einige Erscheinungen an den Muskeln lebendiger *Corethra plumicornis*-Larven. Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, 1874, S. 303.

[4] Die Degeneration der Kehlkopfmuskeln beim Pferde nach Durchschneidung des N. laryngeus sup. und inf. Pflüger's Archiv, Bd. 48, 1890, S. 20.

[5] Man vergleiche die in dem neuesten »Atlas der pathologischen Histologie des Nervensystems« von Babes und Blocq, I. Lief., Berlin, 1892, auf

Schon Waldeyer[1] polemisirt gegen die von Zenker[2] beschriebene wachsartige Degeneration der Muskelfasern bei Typhus und weist nach, dass diese Stellen sich in nichts als ihrem Lichtbrechungsvermögen von den normalen Muskelfasern unterscheiden, und dass die Querstreifung nicht vollständig geschwunden, sondern nur sehr enge ist. Waldeyer selbst bildet in der angezogenen Arbeit Taf. X, Fig. 14 eine Muskelfaser vom Frosch mit mehreren solchen Knoten ab, welche er als »wachsige Stellen« bei traumatischer Myositis bezeichnet und die vollkommen den von mir beschriebenen Bildern entsprechen.

Dass Traumen, die den noch reactionsfähigen Muskel treffen, die Entstehung solcher in Contraction oder einem derselben ähnlichen Zustande absterbender Stellen zur Folge haben, geht am deutlichsten daraus hervor, dass man an Muskelstückchen, die man aus dem noch reactionsfähigen Muskel herausschneidet und in die Erhärtungsflüssigkeit bringt, gerade an den Schnittstellen zahlreiche solche Contractionsknoten findet. Noch anschaulicher kann man sich diesen Vorgang an einem frischen Präparat machen. Man präparire sich ein Stück der Membrana retropharyngea des Frosches, in der bekanntlich isolirte, oft verzweigte quergestreifte Muskelfasern verlaufen, heraus, breite sie vorsichtig mit möglichster Vermeidung von Zerrung im Zustande der natürlichen Durchfeuchtung auf dem Objectträger aus, bringe einen Tropfen $^1/_2{}^0/_0$ Kochsalzlösung darauf und bedecke mit dem Deckglase. Auch dünne Muskeln (Brusthautmuskel, Pharynxmusculatur) eignen sich zu dieser Untersuchung, die viel Interesse bietet. Wenn man ein so angefertigtes Präparat rasch unter das Mikroskop bringt, so wird man eine grosse Anzahl von Fasern sehen, die zahlreiche solche Verdichtungsknoten zeigen, welche sofort durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen und die enge, oft kaum wahrnehmbare Querstreifung auffallen. Bei fortgesetzter Beobachtung kann man aber die Mehrzahl dieser Knoten wieder verschwinden und zur normalen Querstreifung zurückkehren sehen. Einzelne Fasern sterben aber ab, ohne dass diese Contractionsstellen zur Norm zurückgekehrt wären. Sie nehmen vielmehr im weiteren Verlaufe an Glanz zu, erscheinen fast homogen, die dazwischen gelegenen, normalen Abschnitte stark gedehnt. Endlich kann der contractile Inhalt in mannigfach gestaltete, stark lichtbrechende Stücke zerfallen erscheinen.

Besonders hervorheben muss ich hier, dass ich bei wiederholter Untersuchung an Sommerfröschen das Auftreten dieser Knoten hauptsächlich an den dünnen, an interstitiellen Körnchen reichen, also trüben Fasern gesehen habe, während die dicken, hellen ein normales Aussehen zeigten.

Färbt man ein solches Präparat gleich im Beginne mit einem Anilinfarbstoffe (Methylviolett, Eosin u. s. w.), so färben sich die Contractionsstellen

---

Taf. VIII, Fig. 2 bei m_1 abgebildete Faser in einem »wachsig entarteten Typhusmuskel« mit meiner Abbildung 14.

[1] Über die Veränderungen der quergestreiften Muskeln bei der Entzündung und dem Typhusprocess, sowie über die Regeneration derselben nach Substanzdefecten. Virch. Arch., Bd. 34, 1865, S. 473.

[2] Über die Veränderungen der willkürlichen Muskeln im Typhus abdominalis. Leipzig, 1864.

besonders intensiv. Einen ähnlichen Versuch hat bereits Rouget[1] beschrieben und dabei auch ähnliche Beobachtungen gemacht. Er betont bereits, dass die Muskeln, wenn ihre elektrische und mechanische Erregbarkeit aufgehört hat, noch nicht aller Reizungsfähigkeit beraubt sind. Rouget zerzupfte Muskeln in einer Kochsalzlösung »à 6 pour 100, liquide considéré comme inoffensiv« (?). Dabei treten sofort energische Bewegungen, Biegungen, Knotenbildungen etc. auf. Endlich bildet sich dort, wo das Sarcolemm zerrissen ist, zuerst eine locale Contraction. Diese betrifft die ganze Dicke der Faser oder nur eine Seite, welche dann concav wird und tritt überall dort auf, wo die Faser gepresst oder gezerrt wurde. Diese Contracturen lagern sich aneinander und betreffen endlich die ganze Faser. Dann beginnt die Faser zu zerreissen und nun tritt Riss für Riss auf. »La fibre tout entière finit par être décomposée en blocs courts ou en disques épais très réfringents, à striation transversale très fine et souvent d'apparence homogène comme vitreuse.« Dabei unterscheidet Rouget zwischen den zuerst auftretenden Contractionen, die er den ideo-musculären vergleicht, und den zuletzt auftretenden, zur Zerreissung führenden Contracturen, die unseren Schrumpfcontractionen analog sein dürften. Er erwähnt auch bereits die auffallende Ähnlichkeit dieser Bruchstücke mit den Bildern, welche Muskeln von Typhus-, Blattern- und Choleraleichen aufweisen. Wagener[2] bezeichnet solche Stellen als »Wachspfröpfe«, scheint aber trotzdem ihr Zustandekommen schon richtig gedeutet zu haben; er sagt (l. c. S. 314, Anm. 1): »Die einzige mir bekannte Wachsentartung post mortem ist die durch äusseren Druck.... Dass nach dem Tode des Individuums die Muskeln noch lange Reizbarkeit haben, ist bekannt. Die Äusserungen derselben werden immer träger und langsamer, bis sie ganz allmälig erst aufhören, hier bei einem Bündel (i. e. Faser), dort bei einem anderen. Auf diese Weise kann eine wachsige Stelle zu ihrer Entstehung Stunden brauchen.«

Auch bei der Trichinose scheinen infolge des mechanischen Reizes ähnliche Dinge vorzukommen;[3] Roth[4] beschreibt das Auftreten solcher Knoten

---

[1] Les dernières manifestations de la vie des muscles. Compt. rend., T. 104, 1887, p. 1017.

[2] Über das Verhalten der Muskeln im Typhus. Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, 1874, S. 311.

[3] Ich verweise darüber auf die neuesten Ausführungen von Soudakewitsch, Modifications des fibres musculaires dans la Trichinose. Ann. de l'inst. Pasteur, 1892, S. 13—20. »Die Muskelsubstanz ist...stark verändert, die Querstreifung verschwunden, ihr Aussehen ist ein wenig ähnlich der Zenker'schen Degeneration; so erscheint die Muskelfaser der Länge nach in grosse Stücke zerfallen« (S. 16). Man vergl. damit die Fig. 2. »Neben solchen Fasern findet man auch solche, aber selten, bei der Ratte und besonders beim Menschen, welche keine Trichinen enthalten, welche aber dessenungeachtet die Zenker'sche Degeneration zeigen« (S. 18).

[4] Experimentelle Studien über die durch Ermüdung hervorgerufenen Veränderungen des Muskelgewebes. Virch. Arch., 85. Bd., S. 95.

und Scheiben bei Ermüdung durch elektrische oder mechanische Reizung und hebt auch die äusserst feine und enge Querstreifung dieser Stellen hervor.

Bei Typhus endlich scheint der pathologische Reiz zur Hervorbringung dieser Erscheinung zu genügen; unter diesen Gesichtspunkt scheint mir auch der von Rindfleisch beschriebene Fall weisser Muskeln bei einer Typhusleiche zu gehören.

Das Vorkommen dieser Schrumpf- oder Dauercontractionen [1] scheint nach dem Gesagten ein sehr häufiges zu sein. In einzelnen Fällen wird es bei derselben bleiben, in anderen werden solche Stellen nur der Ausgangspunkt weiterer Veränderungen sein, die schliesslich zur echten Degeneration oder zum Zerfall der contractilen Substanz führen können.

Es ist nun begreiflich, dass Querschnitte durch solche verdichtete Stellen hell, glänzend, im durchfallenden Lichte dunkel erscheinen müssen, dass wir aber von derselben Faser auch trübe Querschnitte erhalten können. Es ist demnach sicher, dass Helligkeitsunterschiede am Querschnitte durchaus nicht stets auf zweierlei Faserarten bezogen werden dürfen, sondern auch durch verschiedene physiologische Zustände bedingt werden können.

Jetzt wird auch der schwankende Unterschied in den Querschnittsbildern und der Umstand verständlich, dass manche Faserquerschnitte in einem Sector oder Segment hell, im andern Theil dunkel erscheinen.

Was endlich den Orbicularis oris anlangt, so fand ich zwischen der überwiegenden Anzahl von dunkleren Fasern, welche im auffallenden Lichte stark reflectiren, eine schöne, breite Querstreifung und mehr minder ausgesprochene Längsstreifung zeigen, Fasern, die heller erscheinen, so dass sie auch hier bei hoher Einstellung hervorleuchten, ein eigenthümlich starres Aussehen haben, oft in mehrere hintereinander liegende Stücke zerbrochen erscheinen und eine kaum wahrnehmbare, äusserst enge, oder gar keine Querstreifung zeigen. Vielfach treten sie durch ihre grössere Dicke hervor, die dann mit den am Querschnitte beschriebenen Dimensionen übereinstimmt.

---

[1] Ich werde im Folgenden für diese Contractions- oder contractionsähnlichen Stellen in den Muskelfasern den nichts präjudicirenden Namen »Verdichtungsstellen« oder je nach der Form Verdichtungsknoten, -streifen, -scheiben etc. wählen, womit ich sowohl die echten Contractionsstellen mit vergrössertem Querdurchmesser als die Schrumpfcontractionen mit vermindertem Querdurchmesser bezeichne.

Die Frage, ob es sich nicht auch hier um verdichtete Faserstellen handelt, möchte ich nach dem Gesehenen verneinend beantworten: man erhält vielmehr entschieden den Eindruck einer echten hyalinen oder wachsartigen Degeneration.

Die drei beschriebenen Fälle, welche sämmtlich in Müller'scher Flüssigkeit gehärtete Muskeln betreffen, ergeben also durchaus kein einheitliches, eindeutiges, sondern vielmehr ein höchst unbefriedigendes Resultat. Durch die angeführten Beobachtungen werden wieder eine Reihe von Fragen aufgeworfen, deren Beantwortung hier nur theilweise mit der wünschenswerthen Klarheit gegeben werden kann. Manche Einzelheiten müssen einer viel ausgedehnteren Untersuchung unterzogen werden, um sichere Anhaltspunkte für eine richtige Deutung der mannigfachen Bilder zu gewinnen.

Als wichtigste Thatsache ergibt sich aus den bisherigen Beobachtungen, dass der Anschein heller und trüber Fasern, wie er sich am Querschnitte darbietet, theilweise auch durch verschiedene physiologische Zustände im Verlaufe einer und derselben Faser, theilweise durch Degenerationszustände bedingt sein kann.

Dass die hellen Fasern, wie sie im geschilderten Falle in der Unterlippe vorkamen in der That degenerirte waren, scheint mir, ausser aus den oben angeführten Gründen noch daraus hervorzugehen, dass ich in dem M. orbicularis oris eines dreijährigen Kindes keine so auffallenden Helligkeitsdifferenzen vorfand, wenn auch einzelne Fasern heller schienen als andere.

Es möge dies eine Beantwortung der Frage Arnold's sein, ob man berechtigt ist, das Vorkommen zweierlei Faserarten zu Vorgängen der Degeneration und Regeneration in Beziehung zu bringen. Ich möchte dazu noch weiter bemerken, dass ich an Isolationspräparaten eines Augenmuskels, wie an Schnittpräparaten anderer Muskeln vom Menschen, an ersteren in grosser Anzahl, an letzteren nicht selten die von S. Mayer beschriebenen Producte einer Degeneration der Muskelfasern gefunden habe, und dass dieselben vielfach den Bildern der Margo-Paneth'schen Sarkoplasten entsprachen. Wenn man eine grössere Anzahl dieser Gebilde in situ, d. h. in ihren Beziehungen zu umliegenden normalen Fasern gesehen hat,

muss man unbedingt der Deutung S. Mayer's beistimmen, welcher sie für Zerfallsproducte, Sarkolyten, erklärt. In dem Stadium, wo sie noch Quersteifung und Fibrillen erkennen lassen, erscheint das Lichtbrechungsvermögen derselben bereits oft dahin geändert, dass sie heller erscheinen als umgebende normale Fasern, und so mag es wohl vorkommen, dass sie am Querschnitte eine hellere Faserart vortäuschen. Im Übrigen verweise ich betreffs dieser Frage auf meine unten angeführten Beobachtungen an embryonalen Muskeln.

Im M. orbicularis palpebrarum müssen im geschilderten Falle viele helle Faserquerschnitte auf das reichliche Vorkommen von Verdichtungsknoten bezogen werden. Dass daneben aber auch wirklich zweierlei Faserarten vorkommen, scheint mir durch die vergleichende Untersuchung anderer Lidmuskeln wahrscheinlich; so zeigten die Muskelfasern des M. orbicularis palp. eines dreijährigen Kindes, der in nicht mehr reactionsfähigem Zustande (mindestens 30 Stunden post mortem) in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt worden war, ebenfalls Helligkeitsunterschiede, wenn auch nicht in so hohem Grade, wie im Muskel des Justificirten. Dass endlich im Augenmuskel in der That protoplasmaarme und protoplasmareiche Fasern vorkommen, ist schon durch die Befunde Knoll's an thierischen Augenmuskeln höchst wahrscheinlich; aber auch an unserem Objecte können bei der grossen Anzahl der hellen Faserquerschnitte im Vergleich zu der Anzahl der Fasern, welche Verdichtungsknoten zeigen, unmöglich alle auf Querschnitte durch die letzteren bezogen werden, eine Erwägung, zu der bereits Pineles[1] durch seine Beobachtungen an den Kehlkopfmuskeln des Pferdes gelangt war.

---

[1] L. c. S. 20 erwähnt Pineles, dass an Querschnitten durch die Kehlkopfmuskeln des Pferdes die einzelnen Muskelfasern das Eosin in verschiedener Weise und ungleicher Stärke aufnahmen. »Während ein Theil sich lichtroth tingirte, erschien der andere dunkelorangeroth und stark glänzend. Meistens lagen diese ungleich gefärbten Querschnitte bunt durcheinander, manchmal bezog sich die Verschiedenfarbigkeit auf ganze Bündel. Der naheliegendste Gedanke war, anzunehmen, dass man es hier mit den auf Längsschnitten beobachteten Wülsten zu thun habe. Doch zeigten die Längsschnitte im Vergleich zur Häufigkeit dieser Erscheinung auf Querschnitten oft deren so wenige, dass man daraus das verschiedenartige Verhalten der Fasern gegen Eosin nicht erklären konnte.«

B. Frische, getrocknete und anderweitig erhärtete Muskeln vom Menschen.

Nachdem im vorigen Abschnitte an drei verschiedenen, in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Muskeln gezeigt worden ist, dass bedeutende Helligkeitsunterschiede zwischen Muskelfaserquerschnitten nicht immer durch das Vorkommen heller und trüber Muskelfasern im Sinne der Autoren bedingt sein müssen, sondern dass neben dieser ersten Möglichkeit noch zwei andere zu berücksichtigen sind: das häufige Vorkommen von Verdichtungsknoten, welche am Querschnitte hell erscheinen und das Vorkommen von Fasern, die sich zum Zerfalle anschicken und auf diesem Wege ebenfalls ein Stadium erhöhten Lichtbrechungsvermögens zeigen können; nachdem wir weiter mit Knoll als den wichtigsten morphologischen Unterschied zwischen hellen und trüben Muskelfasern einen geringeren oder grösseren Reichthum an interstitiellen Körnchen erkannt haben, soll im Folgenden eine Anzahl menschlicher Muskeln darauf hin untersucht werden, um einerseits die Beobachtungen Grützner's weiter auszuführen und andererseits durch die vergleichende Beobachtung mannigfach behandelter Muskeln einige Anhaltspunkte für die Unterscheidung scheinbarer und in wirklichen Structurverschiedenheiten begründeter Unterschiede zwischen den einzelnen Fasern eines Muskels zu gewinnen.

Die Auswahl der Muskeln war keine planmässige; das Material stammt theils von einem kräftigen Justificirten und wurden die betreffenden Muskeln 2—4 Stunden p. m. in Flemming's Gemisch, vergleichsweise aber auch in Hermann'scher Lösung, Kochsalzsublimat, Picrinsublimat, $3^1/_2{}^0/_0$ Salpetersäure und Müller'scher Flüssigkeit gehärtet. Die Untersuchung der frischen Muskeln war, wenngleich am wünschenswerthesten bei der schweren Beschaffbarkeit des Materials, eine beschränkte. Dagegen verdanke ich der Güte der Herren Professoren Kundrat und Kolisko, sowie des Herrn Prosector Dr. Zemann eine Reihe frisch getrockneter Muskeln, wofür ich hier meinen besten Dank ausspreche.

Die Untersuchung menschlicher Muskeln wird durch den Umstand bedeutend erschwert, dass man auch in makroskopisch ganz normal erscheinenden Muskeln, welche im Leben nicht die geringste Functionsstörung zeigten, bei der mikroskopischen Untersuchung stets auf Vorkommnisse stösst, die für gewöhnlich in das Bereich des Pathologischen gewiesen werden. Es ist leicht begreiflich, dass sich bei einem Gewebe, das schon physiologischer Weise eine so grosse Formenmannigfaltigkeit zeigt, alle nervösen oder äusseren Störungen in den verschiedensten Änderungen des normalen Bildes äussern werden. Wenn man bedenkt, einen wie grossen Bestandtheil des Gesammtorganismus die quergestreifte Musculatur ausmacht, so wird man es weiter begreiflich finden, dass alle Stoffwechselschwankungen, seien dieselben durch mangelhafte oder übermässige Nahrungszufuhr, Infectionserkrankungen oder Vergiftungen etc. bedingt, sich in derselben ausprägen müssen.

Hier ist die Grenze zwischen Norm und Pathologischem schwer zu ziehen und glaube ich, dass Manches in das Bereich des letzteren verwiesen worden ist, was noch mehr minder ausgesprochen normale Lebenserscheinung ist. Ich erinnere hier an das über die sogenannte wachsartige und vacuoläre Degeneration Gesagte und habe weiter gewisse Fälle von sogenannter albuminöser Trübung (massenhaftes Auftreten von feinen »Albuminkörnchen«) und fettiger Degeneration im Sinne. Wie wir sehen werden und wie dies schon Kölliker[1] betont hat, ist in vielen Muskeln das Vorkommen von interstitiellen Körnchen ein massenhaftes und erscheinen dieselben in manchen Muskeln, die nicht die geringste Störung ihrer Function zeigten und makroskopisch als vollkommen normal gelten mussten, in feinste, oder auch gröbere Fetttröpfchen umgewandelt. Bekommt man nun z. B. in Isolationspräparaten solche stark getrübte Fasern zu Gesicht, so könnte man sie leicht für albuminös oder fettig degenerirt halten;[2] wenn man aber ihre Vertheilung im Muskel

---

[1] Handbuch der Gewebelehre, VI. Aufl., 1889, S. 362.

[2] Als Beispiel einer solchen Verwechslung erwähne ich, dass Weismann (Reichert's und Reymond's Archiv, 1861, S. 58) die trüben Fasern in der Musculatur der hinteren Extremität der Maus als fettig entartete beschrieb.

und ihr Verhältniss zu den körnchenfreien Fasern betrachtet, so wird man in manchen Fällen diese Erscheinung nicht für pathologisch erklären können, ebenso wenig wie die typische Umwandlung der interstitiellen Körnchen zu Fetttröpfchen in den trüben Muskelfasern bei Winterfröschen oder gewissen Fischen.

Übrigens hat schon Knoll[1] das Vorkommen fettartiger Körnchen neben solchen, die eine gewisse Übereinstimmung mit Lecithin zeigen, in der Brust- und Flügelmusculatur der Taube als ein normales nachgewiesen und bemerkt auch Kölliker,[2] dass die interstitiellen Körnchen auch beim Menschen oft in ungeheurer Menge vorkommen und dass wahrscheinlich sie es sind, die in die längst bekannten, dunklen (Fett?) Körnchen der Muskelfasern sich umwandeln, die beim Menschen kaum je fehlen und auch bei gewissen Thieren (Winterfröschen, gewisse Muskeln von Fischen) typisch sind. Kölliker bildet auf der folgenden Seite in Fig. 287 *B* auch einen Querschnitt menschlicher Muskelfasern ab, in dem er die »interstitiellen Fettkörnchen« darstellt.

Knoll und Hauer[3] haben allerdings weiter auch gezeigt, dass sich Veränderungen im Stoffwechsel der Muskelfasern zunächst in den interstitiellen Körnchen ausprägen. Für die hier zu behandelnde Frage der Vertheilung trüber und heller Fasern in menschlichen Muskeln ist es übrigens nicht so sehr von Belang, ob die Körnchen eine chemische Umänderung erfahren haben, nachdem wir wissen, dass eine solche typischer Weise vorkommen kann.

Um sich über die Vertheilung körnchenreicher und körnchenfreier Fasern im Muskel rasch einen Überblick zu verschaffen, muss ich mit Knoll die Trockenmethode als eine sehr brauchbare bezeichnen, besonders, wenn man die Muskeln nicht ad maximum eintrocknen lässt. Sämmtliche Trockenquerschnitte wurden in physiologischer Kochsalzlösung zur Quellung gebracht.

[1] Über Myocarditis und die übrigen Folgen der Vagussection bei Tauben. Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. I, 1880.

[2] Handbuch der Gewebelehre, VI. Aufl., 1889, S. 362.

[3] L. c.

Betreffs der Präparate aus Flemming'scher Lösung bemerke ich, dass in der Beschreibung die Randzone des Objectes, welche der vollen Einwirkung der Chromosmiumessigsäure unterlag, von den mittleren Partien unterschieden werden muss. Erstere ist schon makroskopisch durch ihre Undurchsichtigkeit und stärkere Färbung ausgezeichnet und beträgt selten mehr als 1 *mm* in die Tiefe, während die mittleren Partien farblos erscheinen, oft aber durch ein lebhaftes Irisiren ausgezeichnet sind.

1. Augenmuskeln.[1]

Musc. rectus oc. internus. Frisch. Bei der Isolation in 0·75% Kochsalzlösung zeigen sich trübe, d. h. grob- und dicht gekörnte, sowie schwächer granulirte Fasern in überwiegender Anzahl. Fasern, welche frei von interstitiellen Körnchen sind, befinden sich in der Minderzahl.

Die Körnelung kann in einzelnen Fasern so stark sein dass sie selbst auf der Längsansicht jede andere Structur verdeckt und die Faser wie fettig degenerirt erscheint (Fig. 16, Taf. II). Dasselbe Bild an einem anderen, frisch untersuchten unbestimmten Augenmuskel.

Trockenquerschnitt. Am Trockenquerschnitt findet man helle und trübe, im auffallenden Lichte dunkle und reflectirende Fasern regellos durcheinander; in einzelnen Partien des Querschnittes Gruppen von hellen, dann wieder vorwiegend Bündel von trüben Fasern. Die hellen durchschnittlich dünner, als die trüben, aber auch dicke helle finden sich. Die trüben in der überwiegenden Mehrzahl. Die Querschnitte der hellen erscheinen homogen, stark glänzend, nur durch einzelne, verstreute Körnchen unterbrochen; bei den trüben beherrschen grobe, runde, länglich verzogene Körnchen das Bild. Eine Felderung ist neben der Körnelung nicht wahrnehmbar, auch nach Essigsäurezusatz nicht (Fig. 17, Taf. II).

Musc. rectus oc. inferior. Justificirter Mensch, Flemming's Gemisch. — In Alkohol untersucht, ebenfalls helle und dunkle

[1] Man vergl. darüber die Angaben Leydig's (Lehrbuch, 1857, S. 137).

Fasern. In der Randpartie zeigen die meisten deutliche Fibrillenfelder, welche oft in Säulchenfelder vertheilt erscheinen.

Zwischen diesen, blass gelblich gefärbten kommen kleine Querschnitte von brauner Farbe vor, welche keine Fibrillenfelder, höchstens zarte, Säulchenfelder umrahmende Sarkoplasmadurchgänge zeigen. Von Körnchen nichts zu sehen. Diese Querschnitte färben sich stark mit Eosin und bei der Vergoldung und mit Delafield's Hämatoxylin. Vergleiche mit entsprechenden Längsschnitten lassen erkennen, dass es sich um Querschnitte durch Verdichtungsknoten handelt, welche besonders in der Nähe des Schnittendes zahlreiche Fasern auf kürzere oder längere Strecken hin gleichmässig betreffen und sich ebenfalls stark färben.

Am Übergang von der Randpartie zur Mitte zeigen viele Querschnitte neben wohlerhaltenen Körnchen eine sehr zarte, nur mit starker Vergrösserung wahrnehmbare Felderung, welches Verhältniss durch die Zeichnung unmöglich wiedergegeben werden kann.

Am klarsten ist das Bild in der farblosen Mitte des Schnittes. Hier wechseln körnchenfreie mit ausgesprochen überwiegenden granulirten Querschnitten in der buntesten Weise ab. So fanden sich in dem Fig. 18, Taf. II abgebildeten Bündel 6 helle Fasern auf beiläufig 40 trübe. Oft gestaltet sich das Verhältniss für die hellen noch ungünstiger, so dass einzelne Bündel ganz aus trüben Fasern bestehen; andererseits finden sich wieder Bündel, in denen die hellen Querschnitte überwiegen. Ebenso schwankend ist der Durchmesser der Fasern; während in einzelnen Bündeln helle und trübe Fasern von ziemlich gleichmässigem Kaliber sind, kommen in anderen grosse Schwankungen nach beiden Grenzen hin vor, die bald die trüben, bald die hellen betreffen, so dass sich weder annähernd eine richtige Vorstellung gewährende Massangabe machen lässt, noch die Mannigfaltigkeit in der Vertheilung dünner und dicker, heller und trüber Fasern durch die Beschreibung erschöpft werden kann. In der Mitte des Präparates erscheinen die trüben Querschnitte von zahlreichen, stark glänzenden Körnchen durchsetzt, welche nicht immer einfach runde Form zeigen, sondern auch mannigfach verzogen, verdrückt erscheinen und das ganze Querschnitts-

Bild beherrschen. In den hellen sind diese Körnchen kugelrund, fein und verstreut, und nur in den hellsten Querschnitten, welche dann im auffallenden Lichte wieder dunkel erscheinen, fehlen sie ganz.

Auch in diesem, wie in allen untersuchten Augenmuskeln fand ich vielfach vacuolisirte Fasern.

Unbestimmte Augenmuskeln. Justificirter Mensch. Sublimat-Kochsalz. Hier treten stark glänzend die kleinen Faserquerschnitte meist etwas vom Sarkolemm retrahirt hervor und erscheinen dieselben theils homogen, theils mit bandartigen Feldern versehen. Schon dieser Umstand, sowie ihre starke Färbbarkeit in Eosin deuten darauf hin, dass sie verdichteten Faserpartien entsprechen, was auch durch den Vergleich mit Längsschnitten bestätigt wird.

Die übrigen Fasern deutlich in Fibrillen zerfallen, die interstitiellen Körnchen erhalten, aber nur am Längsschnitte wahrzunehmen. Die Querschnitte zeigen wieder die mannigfachste Felderung.

Müller'sche Flüssigkeit. Die wesentlichsten Structurverhältnisse stimmen mit der Beschreibung des Augenmuskels unter III, *A* überein. Hier sei nur erwähnt, dass diese Querschnitte, welche ich gleichlang mit ebenso erhärteten Skeletmuskeln desselben Individuums (Gastroknemius, Temporalis) in verdünnter Hämatoxylin-Thonerde nach Delalield gefärbt hatte, nur eine Kernfärbung zeigten, während sich in den Skeletmuskeln auch die contractile Substanz intensiv blau gefärbt hatte.

Diese Beobachtungen ergeben zweifellos, dass die Augenmuskeln des Menschen, so wie die der Thiere vorwiegend aus protoplasmareichen Fasern bestehen und dass die beschriebenen Verdichtungsknoten, welche an Querschnitten aus Müller'scher Flüssigkeit helle Faserquerschnitte vertauschen, vielfach trübe, d. h. protoplasmareiche Fasern betreffen.

2. M. epicranius frontalis.

Justificirter. Flemming's Gemisch.

Alle Formen von Contractions- und Verdichtungsknoten in den Fasern und dadurch bedingte Färbungsunterschiede am

Querschnitte. Derselbe lässt fast sämmtliche Fasern kreisrund und von sehr schwankendem Kaliber erscheinen.

Zahlreiche Fasern, dünne wie dicke, von gröberen, gleichmässigen, interstitiellen Körnchen durchsetzt, die aber sehr dicht gelagert erscheinen, so dass neben ihnen am Querschnitte oft eine zarte Felderung, am Längsschnitte die Querstreifung deutlich sichtbar ist.

In einzelnen Fasern um die Muskelkerne spärliche Fettkörnchen.

3. M. temporalis.[1]

Justificirter. Flemming's Gemisch.

Zahlreiche, durch Verdichtungsknoten bedingte Farbenunterschiede am Querschnitt.

Die Zahl der Fasern, welche dicht gelagerte oder verstreute interstitielle Körnchen zeigt, ist geringer als die der körnchenfreien. Sehr häufig erscheinen die Körnchen nicht über den ganzen Querschnitt gleichmässig vertheilt, sondern in den Randpartien dichter angehäuft. In der Übergangszone ist in einzelnen Fasern neben den Körnchen eine zarte Felderung sichtbar. Auffallend ist die grosse Anzahl von sehr dünnen Fasern.

Müller'sche Flüssigkeit. Am Querschnitte erscheinen die meisten Fasern kreisrund, in Alkohol stark glänzend, wie die hellen Querschnitte im Orbicularis palpebrarum. Die grossen Kaliberdifferenzen treten hier noch mehr hervor; neben dünnen Fasern von 20—25 μ Durchmesser solche bis zu 78 μ (Fig. 19, Taf. III).

Am Längsschnitte zeigen fast sämmtliche Fasern eine enge Contractionsstreifung, welche an manchen Stellen einem homogenen oder längsstreifigen Ansehen Platz macht.

Besonders die dicken Fasern zeigen aber noch band- oder keilförmige Partien, welche die normale Querstreifung erkennen lassen. Da sich diese schwächer färben als die verdichteten, erscheint die Faser oft auf lange Strecken wie breit gebändert (Fig. 20, Taf. III).

---

[1] Dieser Muskel kam als erster in die Fixirungsflüssigkeit, war daher jedenfalls noch vollkommen reactionsfähig.

Da diese verdichteten Fasern am Querschnitte wie hypertrophische zwischen den übrigen erscheinen, sei kurz der bereits vorliegenden Angaben über die Verwechslung von hypertrophischen mit im contrahirten Zustande fixirten Fasern gedacht.

Solche wurden zuerst von Auerbach[1] und später von Siemerling und Oppenheim[2] ohne Kenntniss der ersteren gemacht, worauf Auerbach nochmals auf den Gegenstand zurückkam. Auch Mayeda[3] erwähnt an einer Stelle, dass man viel dickere Fasern infolge der Verkürzung erhalte, wenn man dem Lebenden entnommene Muskelstückchen in die Fixirungsflüssigkeit bringt, was leicht eine Hypertrophie vortäuschen könnte.

Weiters vergl. meine Auseinandersetzungen Abschnitt III, *A*, S. 38 u. f., III, *C*, S. 82 und IV, die Beobachtungen am Triceps junger Katzen.

4. M. omohyoideus.

Frisch. Einzelne Fasern von ganz feinen Körnchen durchsetzt, welche aber nicht in regelmässigen Längsreihen, sondern unregelmässig, ziemlich dicht in der ganzen Faser verstreut erscheinen. Davon unterschieden in einzelnen Fasern kurze Reihen grösserer, fettartig glänzender Körnchen.

Trockenquerschnitt. Zwischen die Hauptmasse der hellen Fasern erscheinen sehr spärlich, in jedem grösseren Bündel vielleicht eine bis zwei trübe Fasern eingestreut, welche gröbere, nicht besonders dicht gedrängte Körnchen zeigen. Unter den hellen Fasern erscheinen viele gleichmässig von sehr feinen Körnchen durchsetzt. In einzelnen Bündeln fallen zwischen den gewöhnlichen Faserquerschnitten, die keine beträchtlichen Kaliberverschiedenheiten aufweisen, grosse kreisrunde Querschnitte auf.

---

[1] Ein Fall von wahrer Muskelhypertrophie. Virch. Arch., Bd. 53, 1872, S. 234 und S. 397.

[2] Über das Vorkommen von Hypertrophie der Primitivfasern im Muskelpartikelchen, welche dem lebenden Menschen excidirt wurden. Centralbl. f. d. med. Wiss., 1889, S. 705 und S. 737.

[3] Zur Frage der wirklichen oder scheinbaren Muskelhypertrophie. Ebendort, S. 802.

5. M. sternohyoideus.

Frisch. In Fibrillen aufgelöste Fasern, die fast keine Querstreifung mehr zeigen, und solche mit sehr ausgeprägten Querstreifen.

Trockenquerschnitt. Keine auffallenden Helligkeitsunterschiede, nur hie und da erscheint eine Faser in graulichem Tone. Bei starker Vergrösserung zeigen solche Querschnitte grobe Körnchen, während die Mehrzahl der übrigen Fasern feinere Körnchen in ziemlicher Menge erkennen lassen.

In einem anderen Falle erschienen zwischen die grossen, hellen Faserquerschnitte in allen Bündeln vereinzelt oder in kleinen Gruppen zu zwei bis fünf trübe Fasern eingestreut, welche regelmässig bedeutend dünner sind (Fig. 23, Taf. III). Hier tritt uns also zum erstenmale eine ausgesprochene Varietät entgegen, welche entweder im gleichen Muskel verschiedenen Stellen zukommt oder als eine individuelle aufzufassen ist.

6. M. sternothyreoideus.

Frisch. Einzelne Fasern zeigen auf längere Strecken hin enge Contractionsstreifung oder umschriebene Verdichtungswülste. Viele körnige, dunkle Fasern mit undeutlicher Querstreifung.

Trockenquerschnitt. Zahlreiche runde, grosse Faserquerschnitte mit Körnchen, welche wir, mit Bezug auf die Längsansichten als Querschnitte durch Contractionsknoten deuten müssen. Fast keine Farbenunterschiede, nur ganz vereinzelt einmal eine trübe Faser. Die hellen zeigen wieder verstreute, feinste Körnchen.

In einem anderen Falle fand ich keine trüben Fasern.

7. M. thyreohyoideus.

Trockenquerschnitt. Helle und trübe Fasern ähnlich vertheilt, wie im zweiten Falle beim M. sternohyoideus; nur ist der Unterschied in den Durchmessern beider Faserarten kein so ausgeprägter. Auffallend sind hier wieder in einzelnen Bündeln kreisrunde Querschnitte von beträchtlichem Durchmesser unter den polygonalen anderen. Dieselben lassen schon bei schwacher Vergrösserung oft eine Körnelung erkennen und bei starker findet man den Querschnitt von runden, ziemlich massigen, zahl-

reichen interstitiellen Körnchen durchsetzt. Trotzdem erscheint die Faser im durchfallenden Lichte nicht trüb, im auffallenden nicht reflectirend. Der letztere Umstand mit der runden Form und dem grossen Durchmesser zusammengehalten, lassen hier mit Sicherheit Querschnitte durch Verdichtungsknoten erkennen (Fig. 24, Taf. III). Als weitere, interessante Thatsache lässt sich hier feststellen, dass das trübe Aussehen der Fasern nicht allein von dem Gehalte an interstitiellen Körnchen abhängt, indem zahlreiche, hell erscheinende Faserquerschnitte reichliche, wenn auch feine Körnchen aufweisen.

8. M. cricothyreoideus.

Trockenquerschnitt. Die Helligkeitsunterschiede nicht sehr bedeutend, nur einzelne Fasern sehr trüb, dagegen grosse Unregelmässigkeit der Faserkaliber. Nahezu die Hälfte aller Fasern von feinen, interstitiellen Körnchen durchsetzt, nur die in den stark getrübten gröber (Fig. 25, Taf. III).

9. M. cricoarythanoideus posticus.

Trockenquerschnitt. Die stärksten Helligkeitsdifferenzen einzelne Fasern ganz schwarz, andere gelblichbraun, der Rest hell glänzend, farblos (Fig. 26, Taf. III).

10. M. cricothyreoideus obliquus.

Trockenquerschnitt. Die ausgesprochen trüben Fasern nicht sehr zahlreich, auffallend sind dagegen grosse Kaliberdifferenzen. Aber auch die bei schwacher Vergrösserung hell erscheinenden Fasern zeigen vielfach reichliche interstitielle Körnchen, so dass die Zahl der körnchenfreien Fasern sehr gering ist. Die trüben Fasern erreichen hier die höchsten Durchmesser (bis zu 90 μ) (Fig. 27, Taf. III).

11. M. intercostalis externus.

Justificirter. Flemming's Gemisch. In den dünneren Fasern zahlreiche, feine interstitielle Körnchen, während die dicken vollkommen homogen erscheinen. Einzelne Fasern lassen in der Umgebung der Kerne kleinere Fettkörnchen erkennen; die Kerne werden öfter im Faserinneren angetroffen. In der Rinden-

schicht zeigen alle Fasern wieder scharfe Felderung und Farbenunterschiede, welche durch Verdichtungsknoten bedingt sind. Viele Fasern erscheinen der ganzen Länge nach contrahirt.

12. M. pectoralis major.

Frisch. In einzelnen Fasern spärliche Fettkörnchen. Längsstreifige Fasern ohne deutliche Querstreifung und schön quergestreifte, mit *Q* und *Z*, ohne Längsstreifung.

Trockenquerschnitt. Fast nur helle Faserquerschnitte; ganz vereinzelt, viel seltener noch, als im Omohyoideus findet sich eine mehr gelblich erscheinende Faser, die dann gröbere, interstitielle Körnchen zeigt.

An Trockenquerschnitten durch denselben Muskel eines 20jährigen, sehr musculösen Mannes, der an Pneumonie verstorben war, fand ich ebenfalls keine Farbenunterschiede, aber sämmtliche Fasern reich an interstitiellen Körnchen gröberer Art, die bald dichter, bald spärlicher den Querschnitt durchsetzen. In einzelnen Bündeln auffallend dicke, runde Faserquerschnitte.

Der pectoralis major eines 46jährigen Paralytikers zeigte neben vielen Bündeln ohne deutliche Farbenunterschiede, solche, in denen helle und schwach getrübte Fasern gemischt erschienen; nur ganz verstreut einzelne ganz dunkle oder bräunliche Faserquerschnitte. Bei stärkerer Vergrösserung in zahlreichen Fasern feinste, blasse Körnchen, daneben aber auch die Fibrillenfelder sichtbar. Viele runde, grosse Querschnitte.

13. M. pectoralis minor.

Zwei an Trockenquerschnitten untersuchte Muskeln erwiesen sich ausgesprochen gemischtfaserig.

Im Muskel des 46jährigen Paralytikers fanden sich ziemlich zahlreiche, stark getrübte, grau erscheinende Fasern mit einer gewissen Gleichmässigkeit zwischen die hellen eingestreut. Das gegenseitige Verhältniss in den verschiedenen Bündeln innerhalb beschränkter Grenzen schwankend; im Ganzen dürften die hellen den trüben an Zahl unbedeutend überlegen sein.

14. M. serratus ant. maj.

46jähriger Paralytiker.

An Trockenquerschnitten erweist sich der Muskel als ausgesprochen gemischtfaseriger. Die Bündel bestehen überwiegend aus hellen Fasern, zwischen denen verstreut, seltener Gruppen bis zu 5 bildend in jedem getrübte Querschnitte erscheinen.

Dieselben zeichnen sich, ausser durch diese Trübung noch durch ihr durchschnittlich grösseres Kaliber aus. Ganz vereinzelt wird in einem viele Bündel umfassenden Schnitte eine tiefdunkle, von Fetttröpfchen durchsetzte Faser gefunden.

15. M. rectus abdominis.

Trockenquerschnitt. 30 J. ♀. Kein Unterschied in den Faserquerschnitten.

In einem zweiten Falle waren an den in Kochsalzlösung aufgequollenen Querschnitten mit dem 4 *mm* Apochromat von Zeiss und Comp. Oc. 18 die Cohnheim'schen Felder deutlich sichtbar. Die einzelnen Querschnitte lassen an dünnen Schnitten im Allgemeinen keine Farbenunterschiede erkennen, während an dicken Schnitten ein solcher bemerkbar wird.

Dagegen fallen bei schwacher Vergrösserung unter den durch den Eintrocknungsprocess polygonal gewordenen und dicht aneinandergepressten Querschnitten wieder solche auf, die eine mehr minder runde oder ovale Form besitzen und ausserdem einen durchschnittlich viel grösseren Durchmesser als die übrigen Fasern besitzen; letztere messen 35—40 μ, jene bis zu 78 μ.

Diese runden Faserquerschnitte lassen oft schon bei schwacher Vergrösserung eine zierliche Felderung erkennen, welche bei stärkerer als von quergetroffenen Fibrillen und Fibrillengruppen herrührend, erkannt wird. Daneben zeigen diese Fasern aber meist auch gröbere oder feinere interstitielle Körnchen in verschiedener Anzahl über den Querschnitt verstreut, welche umso schwerer erkenntlich werden, je deutlicher die Felderung ausgesprochen ist. Aber auch die übrigen Faserquerschnitte, welche eine Felderung nicht erkennen lassen, zeigen theilweise eine gröbere Körnelung, theilweise erscheinen sie vollkommen homogen.

In dem Muskel vom Justificirten nach Fixirung in Chromosmiumessigsäure zeigen besonders die dünneren Fasern, welche in einzelnen Bündeln mit einer gewissen Regelmässigkeit zwischen den dicken vertheilt erscheinen reichliche Körnchen.

Im Ganzen ist die Anzahl der gekörnten Fasern eine ziemlich grosse.

Centralständige Kerne werden in vielen Fasern gefunden.

An einem anderen Stücke des Muskel, das in Pikrinsublimat fixirt worden war, ist auch noch eine gewisse Helligkeitsdifferenz zwischen beiden Faserarten zu erkennen, die darauf beruht, dass die trüben eine deutlichere Felderung zeigen, als die hellen.

16. M. cucullaris.

Der Muskel stammt von einem kräftigen, gut genährten, 26 Jahre alten Mädchen, das an purulenter Peritonitis und Septicaemie zu Grunde gegangen war. Ich untersuchte zwei verschiedene Portionen des Muskels an Trockenquerschnitten; 1. eine Partie aus der Insertion an den Dornfortsätzen des 11. und 12. Brustwirbels und 2. aus der Insertion am oberen Rande der spina scapulae.

1. Die Fasern zeigen am Querschnitte die auffallendsten Unterschiede betreffs ihrer Helligkeit und Körnelung. Im Allgemeinen kann man drei Abstufungen unterscheiden, welche besonders bei schwächerer, circa 120facher Vergrösserung scharf hervortreten (Fig. 30, Taf. IV): ganz dunkle, fast schwarze, bräunliche und farblose Querschnitte. Das Bild ist ein überraschendes und bleiben die Unterschiede auch noch an sehr dünnen Schnitten bei der obigen Vergrösserung deutlich. Das Verhältniss zwischen hellen und trüben ist in den einzelnen Bündeln ein sehr schwankendes, so dass man Bündel mit überwiegend tiefdunklen und solche mit farblosen Fasern findet. Hat man eine grosse Anzahl von Schnitten durchsucht, so bekommt man aber den Eindruck, dass die farblosen, hellen, also protoplasmaarmen Fasern entschieden in der Mehrzahl sind. Dies zeigen am besten Zählungen, welche an wohlabgegrenzten Bündeln vorgenommen wurden.

Auf sechs abgezählte Bündel mit circa 303 Faserquerschnitten entfallen 143 trübe, tiefdunkle und bräunliche Faserquerschnitte. Um die Schwankungen in der Vertheilung beider Faserarten in den einzelnen Bündeln zu zeigen, lasse ich die Verhältnisszahlen für die einzelnen Bündel folgen; es entfielen auf 78 Fasern 35 trübe, 50—25, 47—30, 45—22, 16—7 und 67—24. Solche Zählungen sind nothwendig, wenn man sich entscheiden muss, ob man einen Muskel als protoplasmaarm oder -reich bezeichnen soll, da, wie schon öfter erwähnt, die Schwankungen in einzelnen Bündeln ganz bedeutende sind. Daher geben auch die Abbildungen keine absolut richtige Vorstellung, wenn man nicht Bündel wählt, welche beiläufig den Totaleindruck wiedergeben, d. h. in denen das Verhältniss beider Faserarten dem Durchschnittsergebnisse vieler Zählungen entspricht.

2. An den Querschnitten durch die Skapularportion macht sich sofort als auffallender Unterschied geltend, dass die stark getrübten, dunklen Faserquerschnitte die farblosen bedeutend an Zahl überwiegen; letztere glänzen durch den Contrast umso stärker hervor (Fig. 31, Taf. IV).

Auch hier findet man wieder das Verhältniss beider Faserarten in den einzelnen Bündeln schwankend, so dass manche fast ganz aus tiefdunklen Querschnitten bestehen, in anderen sich wieder eine erhebliche Anzahl heller findet. Auf 254 Fasern fanden sich 173 trübe, und zwar auf die einzelnen Bündel vertheilt auf 44—40, 26—23, 60—35, 64—46 und 60—29.

Vergleicht man die beiden Abbildungen, welche von demselben Muskel, nur aus verschiedenen Partien stammen und bei derselben Vergrösserung mit der Camera angelegt worden sind so fallen weiter die ungleich dickeren Fasern in der protoplasmareicheren Partie des Cucullaris auf. Ich war von dieser Kaliberdifferenz ganz überrascht, glaube aber, dass sie zum Theil auf stärkere Quellung des zweiten Präparates zurückzuführen ist, da dasselbe gegenüber den dicht aneinandergepressten, polyedrischen Querschnittsformen des ersten mehr abgerundete zeigt.[1]

[1] Auf die Kaliber der Fasern an Trockenquerschnitten ist die Dauer des Eintrocknungsprocesses, sowie die der Aufquellung von grösstem Einfluss.

Es schien mir zu Demonstrationszwecken wünschenswerth, so prägnante Bilder, wie sie diese Trockenquerschnitte gewähren, dauernd aufzubewahren. Dies gelingt leicht mittelst folgender Methode. Wenn die Kochsalzlösung, in welcher das Präparat untersucht wird, zu verdunsten beginnt, lüftet man vorsichtig mit Nadel und Messer das Deckglas, wobei der Schnitt bald auf letzterem, bald auf dem Objectträger flach ausgebreitet bleibt. Man träufelt auf denselben aus einer engen Pipette einige Tropfen $2^0/_0$ige Osmiumsäure, die man bis zur eintretenden Bräunung des Schnittes (1 Stunde) einwirken lässt. Dann wäscht man durch Einsenken des ganzen Objectträgers oder Deckglases in eine grosse Schale mit destillirtem Wasser gründlich aus und schliesst in verdünntem Glycerin ein.

Bei dieser Behandlung bleiben die Helligkeitsunterschiede gut erhalten; ausserdem färben sich in den trüben Fasern die grösseren, stark glänzenden interstitiellen Tröpfchen schwarz. Die interstitiellen Körnchen haben demnach in diesem Muskel grösstentheils eine Umwandlung in Fett erfahren, wodurch eben jene tiefdunklen Faserquerschnitte bedingt sind, die wir in einzelnen Muskeln schon früher beschrieben haben. Diese Erscheinung dürfte hier wohl den Beginn einer pathologischen Veränderung infolge der Septicaemie darstellen, wodurch eben die trüben Fasern besonders deutlich hervortreten. Sie muss aber von der typischen, fettigen Degeneration, bei der die Muskelfasern ohne Unterschied ihres Protoplasmagehaltes verfetten, dahin unterschieden werden, dass hier nur eine Umwandlung der physiologischer Weise in den trüben Fasern vorhandenen interstitiellen Körnchen in Fett stattgefunden hat, während die protoplasmaarmen Fasern vollkommen intact sind, so dass die Vertheilung der hellen und trüben als eine physiologische betrachtet werden kann.

Zum Vergleiche untersuchte ich die Skapularportion eines Cucullaris eines 46 Jahre alten Mannes, der an Paralyse des Gehirns verstorben war. Auch hier fand ich in zahlreichen Bündeln die trüben Fasern überwiegend, ja fast ausschliesslich,

---

Lange Zeit getrocknete Muskeln zeigen immer kleinere Durchmesser. In diesem Falle hat möglicherweise auch der grosse Gehalt an interstitiellen (Fett-) Körnchen eine beträchtliche Schrumpfung verhindert.

in anderen wieder stark mit hellen gemischt; im Ganzen jedoch mehr helle, als im vorigen Präparat. Hier zeigten die hellen auch bei durchschnittlich geringerem Durchmesser als die trüben, mehr polyedrische Querschnitte.

17. M. rhomboideus major.

46jähriger Paralytiker. Der Muskel erweist sich als gemischtfaserig, ähnlich wie der biceps (siehe unten), enthält jedoch etwas mehr trübe Fasern. Zwischen den gewöhnlichen Fasern finden sich auffallend grosse ovale oder runde Querschnitte, welche stärker lichtbrechend erscheinen als die umgebenden hellen, aber ebenfalls von zahlreichen Körnchen durchsetzt sein können. Die Körnchen sind wieder, je nach der Trübung der Faser, mannigfach vertheilt und beschaffen. Die hellsten Fasern erscheinen körnchenfrei, dann finden sich Fasern mit zarten, verstreuten Körnchen, mit spärlichen, fettartigen und endlich mit dichtgedrängten solchen Körnchen, so dass der Querschnitt tiefdunkel erscheint. Die hellen Fasern sind vorwiegend dünner und polygonal verdrückt. Neben den Körnchen ist wieder in vielen Querschnitten eine zarte Felderung sichtbar.

18. Longissimus dorsi.

Er stammt von demselben weiblichen Individuum, wie der Cucullaris und zeigt ebenfalls die ausgeprägtesten Helligkeitsdifferenzen durch Umwandlung der interstitiellen Körnchen in Fett. Die Vertheilung der trüben und hellen Fasern entspricht beiläufig der in der protoplasmaärmeren Partie des Cucullaris; im Ganzen überwiegen die hellen Fasern.

19. Latissimus dorsi.

46jähriger Paralytiker. Ausgesprochen gemischtfaserig, und zwar finden sich überwiegend stark getrübte Fasern mit runden, stark glänzenden Körnchen zwischen spärlichen hellen. Diese meist dünner, mannigfach verdrückt; ganz körnchenfrei wenige, wie im Serratus finden sich auch in vielen hellen Fasern feinste, in grösseren Zwischenräumen verstreute Körnchen (Fig. 32, Taf. IV).

20. M. biceps brachii.

46jähriger Paralytiker. Die trüben Fasern in bedeutender Minderzahl und meist nur wenig getrübt, nur einzelne erscheinen dunkler. Dagegen auffallend viele sehr grosse, die gewöhnlichen um das zwei- bis dreifache an Durchmesser übertreffende, runde oder ovale Faserquerschnitte. Dieselben erscheinen stärker lichtbrechend, so dass ihre Ränder bei hoher Einstellung besonders dunkel hervortreten. Diese grossen, hellen Querschnitte zeigen oft aufs Deutlichste die Fibrillenfelderung.

21. M. palmaris longus.

Justificirter. Flemming's Gemisch.

In der Randzone zeigen alle Fasern gleichmässige, feinste Fibrillenfelder, welche gegen die Mitte des Präparates zu immer undeutlicher und endlich für schwächere Vergrösserung nicht mehr wahrnehmbar werden, so dass hier alle Querschnitte homogen, gleichmässig ohne Farbenunterschiede erscheinen. Bei aufmerksamer Untersuchung mit stärkerer Vergrösserung (4*mm* Apochromat von Zeiss, Comp. Oc. XII) erkennt man auch an diesen scheinbar homogenen Fasern noch die zierliche Felderung und ausserdem in zahlreichen Fasern feinste oder gröbere interstitielle Körnchen, so dass der Muskel als ausgesprochen gemischtfaserig zu bezeichnen ist.

An in Lack eingeschlossenen Schnitten sind weder die Körnchen, noch die Felderung an diesen mittleren Faserquerschnitten wahrzunehmen. Fasern mit centralständigen Kernen auffallend häufig.

22. Adductor femoris longus.

20jähriger, sehr musculöser Mann. Pneumonie.

An dickeren Trockenquerschnitten ziemlich gleichmässig gemischt helle, durchschnittlich etwas dickere und bräunliche, dünnere Fasern; letztere bilden oft Gruppen, doch hält ihre Anzahl in den meisten Bündeln der der hellen das Gleichgewicht. An sehr dünnen Schnitten verschwindet der Farbenunterschied fast ganz, doch erkennt man bei starker Vergrösserung in den kleineren Querschnitten ziemlich dicht gedrängt, gleichmässige

interstitielle Körnchen, während die hellen, grossen in einzelnen Fällen vollkommen homogen erscheinen, meist aber auch feinste Körnchen in grösseren Abständen enthalten. Die ganze Vertheilung ähnelt der im Gastroknemius (siehe unten), nur sind die Körnchen feiner, blässer und fehlen die tiefdunklen Faserquerschnitte. Auch hier erscheinen die dunklen im auffallenden Lichte hell, reflectirend, umgekehrt wie die hellen. In einzelnen Bündeln trifft man wieder einen oder zwei besonders grosse, kreisrunde Querschnitte, die meist hell erscheinen (Fig. 33 Taf. IV).

23. M. sartorius.

Dieser Muskel ergab in allen untersuchten Fällen am Trockenquerschnitte keine Farbenunterschiede, dagegen bei starker Vergrösserung eine schwankende Anzahl mit gröberen oder feineren Körnchen durchsetzter Faserquerschnitte. Bei einer 24jährigen, gutgenährten, gesunden Selbstmörderin fanden sich in vielen Fasern feine Körnchen und daneben die Fibrillenfelder sichtbar. Bei dem 20jährigen, sehr musculösen, an Pneumonie verstorbenen Manne waren die körnchenreichen Fasern reichlich, bei einer 30jährigen, kräftigen Frau spärlicher, aber gröber gekörnt.

Im Ganzen ist der Muskel eher zu den protoplasmaarmen zu zählen, ist aber immerhin reicher an gekörnten Fasern, als der rectus abdominis.

24. M. rectus femoris.

Sehr musculöser 20jähriger Mann; Pneumonie.

An dickeren Trockenschnitten ausgesprochene Farbenunterschiede; die farblosen Fasern in bedeutender Minderzahl. Mit Ausnahme dieser alle Fasern von gröberen, dichter und weniger dicht gelagerten Körnchen durchsetzt.

Zum Vergleiche untersuchte ich denselben Muskel einer gesunden, gutgenährten 24jährigen Selbstmörderin. Was die Körnelung anlangt, ergab sich derselbe Befund, nur mangelten die Farbenunterschiede fast ganz; nur hier und da, zumeist am Rande der secundären Bündel hellere Fasern. Die Körnchen zumeist dichtgedrängt, fein, dazwischen aber auch spärliche fettartige Kügelchen.

An einzelnen Fasern neben der Körnelung auch die Fibrillenfelderung sichtbar.

25. M. vastus medialis.

Sehr musculöser, 20jähriger Mann; Pneumonie.

Die Fasern zeigen am Trockenquerschnitte ziemlich gleichmässige Kaliber, aber selbst an dickeren Schnitten keine bedeutenden Farbenunterschiede, nur weniger und stärker getrübte Querschnitte in inniger Mengung. Bei stärkerer Vergrösserung fast sämmtliche Fasern gekörnelt, selten ein Querschnitt ganz homogen.

Ähnlich verhielt sich der

26. M. vastus lateralis

desselben Individuums, nur fanden sich in vielen Bündeln ausgesprochene Farbenunterschiede, ähnlich wie im adductor fem. long. und in einzelnen Bündeln auch auffallende Kaliberdifferenzen, wobei die dünneren Fasern stärker gebräunt und reicher an interstitiellen Körnchen sind, die verstreut auch in den hellen Fasern erscheinen.

27. M. gastroknemius.

Frisch. Fast sämmtliche Fasern von groben, fettartigen Körnchen durchsetzt, wie wir sie in den am stärksten getrübten Fasern, z. B. der Oberschenkelmuskeln beobachtet haben. Diese stark glänzenden Körnchen sind oft so dicht gereiht, dass selbst in der Längsansicht der Faser jedes weitere Structurdetail verdeckt erscheint.

Trockenquerschnitt. Dementsprechend finden wir auch am Trockenquerschnitt die stärksten Helligkeitsdifferenzen, ähnlich wie an der Skapularportion des Cucullaris; die Mehrzahl der Faserquerschnitte erscheint grau und undurchsichtig, fast schwarz durch eingelagerte, dichtgedrängte gröbere und feinere fettartige Körnchen, andere zeigen eine heller graue Farbe und weniger dicht gedrängte Körnchen, spärliche Fasern — die hellsten — erscheinen vollkommen frei von körnigen Einlagerungen. Eine ziemliche Anzahl von Fasern erscheint trotz verhältnissmässig zahlreicher, aber feiner Körnchen hell (Fig. 35, Taf. IV).

Dies war der erste Muskel, an dem mir eine so grosse Anzahl stark getrübter Fasern aufstiess und sich so grelle Helligkeitsunterschiede bemerkbar machten; bei einer vergleichenden Untersuchung einer Reihe anderer Wadenmuskeln konnte ich mich nun auch von den individuellen Schwankungen überzeugen, welche in der Vertheilung heller und trüber Fasern besteht, eine Thatsache, deren wir schon im Vorstehenden wiederholt gedacht haben.

Ich hebe aus dieser vergleichenden Untersuchung nur hervor, dass ich in den meisten Fällen helle und trübe Fasern sehr ausgesprochen gefunden habe; vielfach erschienen die trüben gleichmässig bräunlich und die dunkelgrauen Fasern mit gröberen Tröpfchen spärlich, oft in Gruppen von 3 bis 8, oder verstreut. In zwei Fällen fand ich sogar grössere Felder ganz hell erscheinen; trotzdem enthielten die Fasern feinste Körnchen. Daneben waren aber wieder ausgesprochen gemischtfaserige Bündel, so dass man im Allgemeinen den Gastroknemius als einen protoplasmareichen Muskel bezeichnen muss. Betreffs der Kaliberverhältnisse zwischen hellen und trüben Fasern ergab sich kein durchgreifender Unterschied; bald waren die trüben bedeutend dünner als die hellen, da wieder ziemlich gleich dick, und endlich manchmal auch dicker.

Einen interessanten Beweis dafür, dass durch die Einwirkung der Reagentien die mannigfachsten, oft schwer zu deutenden morphologischen Veränderungen an den quergestreiften, noch reactionsfähigen Muskelfasern entstehen, gab mir die Untersuchung des Gastroknemius von dem kräftigen Justificirten. Ich schnitt aus der höchsten Convexität ein circa 2 *cm* langes und $^3/_4$ *cm* dickes, prismatisches Stück aus dem Muskel, halbirte es in der Länge und fixirte eine Hälfte in Flemming's Gemisch, brachte die andere zur Erhärtung in Müller'sche Flüssigkeit.

Die Untersuchung des in Flemming's Gemisch fixirten Stückes an Längs- und Querschnitten ergab im Wesentlichen Folgendes: die Fasern zeigen im Allgemeinen die bräunliche Färbung, welche Flemming'sche Lösung Muskelfasern immer verleiht; dieselbe ist in den Randpartien des Präparates am stärksten. Am Querschnitte erscheinen in dieser Randpartie die meisten Fasern zierlich gefeldert (Fig. 36, *A*), in der Mitte des Stückes homogen bis auf reichliche oder spärliche, gröbere oder feinere interstitielle Körnchen, die an den deutlich gefelderten Querschnitten nicht wahrnehmbar sind.

In diesem Querschnittsbilde fallen nun auf erstens ganz hell gebliebene Querschnitte, zweitens auffallend dunkle, durch Druck polyedrische und auch in der Randpartie homogen gebliebene, und drittens ebenfalls stark gebräunte,

aber meist kreisrunde oder ovale Querschnitte von ganz eigenthümlichem Aussehen. (Fig. 36, Taf. IV, Fig. 39—42, Taf. V.) Ich konnte in der Literatur eine einzige Abbildung finden, welche ein analoges Vorkommen, allerdings getreulich wiedergibt; es ist dies die Fig. 28 auf Taf. II bei Bataillon,[1] welche den Querschnitt einer Muskelfaser von einer in der Metamorphose begriffenen Froschlarve (in Flemming's Gemisch fixirt) betrifft.

Abgesehen von der Neuheit und dem schwer Verständlichen dieses Bildes musste mich schon die Erklärung, welche Bataillon für das Zustandekommen desselben gibt, zu einer näheren Untersuchung des Vorkommens drängen. Nach der Darstellung des französischen Forschers handelt es sich in seinem Falle um den Querschnitt einer im Zerfall befindlichen Muskelfaser. Er schildert den Vorgang wie folgt:[2] »Die Fibrillen reissen einzeln an einem ihrer Enden; die freien Enden legen sich schräg an die unversehrten Fibrillen in einer beliebigen Art. Der Effect ist der, dass jede Faser am Längsschnitt an einer Stelle eine mehr weniger vollständige unregelmässige Umhüllung (manchon) von Fibrillen besitzt, die nach allen Richtungen verlaufen und welche deutlich abgesondert ist von der centralen Masse. (Man vergl. seine Fig. 29, Taf. III.) Oft zeigen die losgelösten Fibrillen eine mehr regelmässige Anordnung und am Querschnitte erhält man wirklich Ringe längsverlaufender Fibrillen, welche ein quergetroffenes Bündel umhüllen.«

Analoge Querschnittsbilder fand ich nun in diesem menschlichen Gastroknemius zahlreiche; viele zeigten allerdings noch complicirtere Verhältnisse. Im einfachsten Falle handelt es sich um runde oder ovale Querschnitte, um welche scharf getrennt, aber dicht angelagert, ein mehr minder breiter Ring gelegt erscheint. (Fig. 39, 40, 42 *c*, Taf. V.) Meist ist der ganze Querschnitt bedeutend kleiner als ein normaler, in seltenen Fällen von derselben Grösse; der Durchmesser normaler Faserquerschnitte schwankt an diesem Präparate zwischen 56—103 μ, für den Durchmesser der in Frage stehenden, runden oder ovalen Querschnitte fand ich in einzelnen Fällen 16·6, 43, 53, 60, 76 und 100 μ. Dabei schwankt die Breite des Ringes zwischen 2—14 μ. Der innerhalb des Ringes gelegene Querschnitt zeigt vielfach eine Felderung, wie sie einer Sehne entspricht (Fig. 39, 41), in den selteneren Fällen erkennt man die typischen Cohnheim'schen Felder (Fig. 40, 42).

Der umschliessende Ring erscheint dort, wo er breiter ist, ringförmig gestreift, ohne dass diese Streifen immer in sich zurücklaufen würden; viel auffallender ist aber eine zarte, regelmässige radiäre Streifung, welche mehr minder vollkommen über den Ring läuft; dabei sind diese radiären Streifen auch nicht alle nach derselben fortlaufenden Richtung orientirt, sondern es stossen an einer Stelle des Ringes meistens zwei Streifensysteme unter spitzem Winkel zusammen (Fig. 39, Taf. V).

---

[1] Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures. Annales de l'université de Lyon. T. II, Fasc. I, 1891.

[2] L. c. S. 47. Man vergl. dazu das weiter unten, im Abschnitte IV, S. 133 Gesagte betreffs der Schilderung Bataillon's.

Die bisher besprochenen, verhältnissmässig einfachen Querschnittsgebilde liegen einzeln, eng umschlossen von normalen, polyedrischen Faserquerschnitten. Oft findet man aber zwei bis drei in einem Raume, der Form und Grösse eines normalen Faserquerschnittes hat, oder es liegt ein solcher runder Querschnitt anscheinend inmitten (Fig. 36, Taf. IV) oder am Rande (Fig. 42, Taf. V) eines normalen Faserquerschnittes, der eine Felderung nicht mehr oder deutlich erkennen lässt; endlich kann es den Anschein haben, als wären die Ringe zweier benachbarter solcher Querschnitte in Form einer Achtertour verbunden. Als besonders wichtig muss ich noch hervorheben, dass um manche Ringe, die meist die dunkle Bräunung des eingeschlossenen Querschnittes zeigen, ein ganz durchsichtiger, blasser, aber ebenfalls zart radiär gestreifter Saum erscheint, dessen Streifen direct in die des dunkeln Ringes sich fortsetzen (Fig. 40, 41 bei *s*).

Diese eigenthümlichen Querschnittsbilder blieben mir lange Zeit räthselhaft; die Felderung liess zuerst den Gedanken an Sehnenansätze auftauchen, dagegen sprach jedoch das ebenfalls beobachtete Vorkommen zweifelloser Cohnheim'scher Felder und der Umstand, dass sich die Querschnitte intensiv mit Hämatoxylin färbten, was nicht für Bindegewebe, wohl aber für verdichtete Muskelfasern sprach. Dass aber die Erklärung Bataillon's ebenfalls nicht für alle diese Gebilde ausreichend sei, war mir schon aus der Regelmässigkeit und Zartheit der Ringe und ihrer radiären Streifung klar. Das erste Licht auf das Zustandekommen dieser eigenthümlichen Gebilde warf folgende Beobachtung. An einem zwischen fünf normalen Faserquerschnitten eingeschlossenen, hellen Querschnitte sah ich einen runden Querschnitt durchschimmern und überzeugte mich bald, dass das Bild mit der Einstellung sich änderte. Fig. 36, Taf. IV soll von dem verschiedenen Aussehen bei hoher (*A*) und tiefer (*B*) Einstellung eine Vorstellung geben. Bei ersterer sieht man einen Faserquerschnitt, der sich von den umgebenden durch nichts Anderes unterscheidet, als durch hellere Färbung und dadurch, dass er einer scharfen Umgrenzung durch das Sarkolemm entbehrt; die Faser ist hier augenscheinlich hüllenlos. Sie zeigt aber dieselbe Felderung wie die umgebenden: zierliche, kleinste Polygone. Senkt man nun vorsichtig den Tubus, so tritt der ovale Faserquerschnitt, mit der radiär gestreiften, dicken Hülle scharf hervor (Fig. 36, *B*, Taf. IV); man kann sich jedoch leicht überzeugen, dass es sich nur um eine tiefere Querschnittsfläche derselben Faser handelt. Auch diese zeigt die polygonale Felderung, aber rein nur im Centrum; gegen den Rand zu bekommt man bei leichter Hebung des Tubus, also bei mittlerer Einstellung eine von der Mitte der tiefsten Querschnittsfläche ausgehende, radiär angeordnete fibrilläre Zeichnung zu sehen, welche über den scharf begrenzten Rand der tiefsten Querschnittsfläche (des Ringes) nach aussen und aufwärts strahlt und bei weiterer Hebung des Tubus in die polygonale Felderung der oberflächlichsten Schnittebene endet. Am besten ist der Eindruck, den man bei diesem Senken des Tubus von der höchsten zur tiefsten Querschnittsebene bekommt, vielleicht damit versinnbildlicht, wenn man sich denkt von oben auf ein Garbenbündel zu sehen, dessen Bund, der umschnürende Ring, erst bei tiefer Einstellung deutlich wird.

Nach dem Geschilderten handelt es sich hier um eine Einschnürungsstelle im Verlaufe einer normalen Muskelfaser, welche als Schrumpfcontraction auf

zufassen ist; um dieselbe erscheint das Sarkolemm vom oberen Faserabschnitt zurückgezogen in Form einer Manchette, aus welcher die hüllenlosen Fibrillen bündel ausstrahlen.

Wäre der Querschnitt tiefer, nur durch die Verdichtungsstelle gefallen, so hätte man ein Bild vor sich, wie wir es oben als einfachstes beschrieben haben. Wenn der Ring nun wirklich durch das Sarkolemm gebildet wird, wie kommt dann seine radiäre und circuläre Streifung zu Stande? Dass die Muskelfibrillen nichts damit zu thun haben, ist klar; der Grund kann demnach nur im eigenthümlichen Verhalten des Sarkolemms selbst gesucht werden. Da es der Schrumpfungsstelle dicht anliegt und in der Länge retrahirt erscheint, muss es in ringförmige und längs verlaufende Falten gelegt sein. Erstere von oben gesehen, können, wenn sie sich nicht vollkommen decken, leicht eine circulär verlaufende Längsstreifung des Constrictionsringes vortäuschen; betreffs der Radiärstreifung, welche in ihrer Regelmässigkeit oft ganz der Fibrillenquerstreifung gleicht, muss man daran denken, dass es sich um ein Object aus Chromosmiumessigsäure handelt und dass möglicherweise der Grund für das Zustandekommen dieser zierlichen Streifen ebenso in der Säurewirkung gelegen ist, wie bei der Essigsäure-Querstreifung leimgebender Fibrillen, die von Henle und Flemming beschrieben worden ist. Allerdings finden sich die Bilder auch an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit; hier müsste man an eine Schrumpfung, die vielleicht durch das Einbettungsverfahren bedingt ist, denken.[1]

In der That kann man sich an jenen blassen, hellen Säumen, welche an manchen der fraglichen Querschnitte noch um den dunkeln Ring herumlaufen, überzeugen, dass es sich um eine krausenartige Fältelung des dünnen Sarkolemmahäutchens handelt, und dass die Streifen durch Lichtreflex an den regelmässigen Fältchen bedingt sind. Dies war an dem in Fig. 40 wiedergegebenen Querschnitte besonders überzeugend, da hier der obere Rissrand des Sarkolemms noch deutlich faltenlos, daher auch ohne Streifung gesehen werden konnte.

Demnach glaube ich für einen Theil der räthselhaften Querschnitte eine befriedigende Erklärung gegeben zu haben, deren Richtigkeit durch den Vergleich mit entsprechenden Längsschnitten vollauf bestätigt wird. Allerdings muss ich gestehen, dass für einzelne Querschnittsbilder, wie z. B. das in Fig. 41, Taf. V dargestellte, die Erklärung Bataillon's nicht abgewiesen werden kann; Verlagerungen und Verbiegungen der Fibrillen kommen vielfach vor, wie Längsansichten der Fasern lehren; doch halte ich dies für Reagenswirkungen complicirter Natur, die mit der Einleitung physiologischer Rückbildungsvorgänge nichts zu thun haben.

An Längsschnitten beobachten wir wieder eine Reihe morphologischer Veränderungen, die nur auf die Wirkung des Reagens bezogen werden können und die Eigenthümlichkeiten des Querschnittsbildes vollkommen erklären.

Es erscheinen, besonders in der Nähe des Schnittrandes, wieder die mannigfachsten Formen von Verdichtungsknoten, -Scheiben und -Bändern,

---

[1] Vergl. die Bemerkungen Solger's, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 39, 1891, S. 349 u. f.

welche durch stärkere Bräunung hervortreten und am Querschnitte als jene unter 2 erwähnten homogenen, polyedrischen und stark gebräunten Felder erscheinen. Manche Fasern sind auch auf lange Strecken hin contrahirt, die Mehrzahl jedoch ganz in Fibrillen und Fibrillenbündel zerspalten, welche wellig gelockt oder in scharfe und gleichmässige Zickzackbiegungen gelegt sind, so dass eine grobe, eigenthümliche Querbänderung der Faser entsteht; oft sieht man dieselbe radienförmig auf eine seitliche, ganz oberflächlich gelegene Verdichtungsstelle als Ausgangspunkt zulaufen, an der die Faser dann concav eingezogen erscheint.

Besonders auffallend sind aber Schrumpfcontractionen, in deren Bereich der Querdurchmesser der Fasern plötzlich bedeutend verkürzt, die Faser auf kurze oder längere Strecken wie eingeschnürt erscheint (Fig. 43, 44, Taf. V). Bei genauer Untersuchung dieser Einschnürungsstellen erkennt man dort, wo die Faser frei wird, aus ihrer Umhüllung und in Fibrillen zerspalten ihren gewöhnlichen Durchmesser annimmt, den freien Rissrand des Sarkolemms, während man über der homogenen, stark gebräunten Schrumpfungsstelle das Sarkolemm in circuläre Falten gelegt sieht, welche am Querschnitt gesehen, die beschriebene, circuläre Streifung der Constrictionsringe bedingen.

Manchmal kann die Faser auch der Länge nach gespalten und einer der Spaltstränge eine solche Schrumpfcontraction zeigen, während der andere unverändert daneben liegt (Fig. 44, *a*); das Sarkolemm erscheint dann eingerollt und umschliesst die geschrumpfte Stelle, so dass am Querschnitte ähnliche Bilder wie Fig. 42 entstehen.

In der Mitte der Längsschnitte erscheinen alle Fasern gleichmässig schwach gelblich, kaum quergestreift, dagegen von gröberen oder feineren Körnchen reichlich oder spärlich durchsetzt oder auch frei von jeder Körnung. An dem zweiten Stücke dieses Gastroknemius, das in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet worden war, erscheinen, wie beim Temporalis, die meisten Fasern contrahirt oder stellenweise verdichtet, am Querschnitte bedeutend verdickt (bis zu Durchmessern von 130 μ, während nach Fixirung in Flemming's Gemisch das Maximum 103 μ beträgt), stark glänzend, zumeist mit abgerundeten Formen. Diese Querschnitte färben sich, wie die des Temporalis, stark mit Delafield's Hämatoxylin. Die Felderung erscheint bald aus deutlich getrennten, kleinsten Säulchenquerschnitten bestehend, bald nur durch Lücken im homogenen Querschnitt angedeutet.

In einzelnen Fasern konnte ich wieder eine geringe Vacuolenbildung wahrnehmen, welche damit beginnt, dass in der Mitte des Querschnittes die Fibrillenbündel wie durch reich-

liche Zwischensubstanz auseinandergedrängt erscheinen, so dass hier die Felderung ausserordentlich distinct wird. Dann gerathen sie immer mehr in Unordnung, bis sie ganz an die Peripherie gedrängt werden und eine scharfrandige Vacuole entsteht.

Auch hier fand ich wieder in vielen Fasern centralständige Kerne; in einzelnen in grosser Anzahl über einen Querschnitt verstreut (bis zu 13), nie eine geschlossene Ansammlung bildend. Solche Querschnitte erschienen fast homogen, ohne die deutliche Felderung der übrigen zu zeigen. Ganz vereinzelt war am Querschnitt deutlich eine Längsspaltung der betreffenden Faser nachzuweisen (Fig. 52, Taf. VI).

Die bisherigen Untersuchungen ergaben, obgleich sie eine grössere Anzahl von Muskeln umfassen, so wenig übereinstimmende Resultate, dass es kaum möglich war, daraus mehr als einen allgemein giltigen Satz aufzustellen. Daher war es mir hoch willkommen, noch zum Schlusse eine Reihe (15) von normalen Muskeln untersuchen zu können, welche ich der gütigen Vermittlung Prof. Dr. R. Paltauf's verdanke. Sie stammen von einem 48jährigen, sehr musculösen Manne, der plötzlich an Schädelfractur verstarb, und konnten zumeist noch warm der Leiche entnommen werden. Ein Theil wurde frisch untersucht, im Übrigen von allen Trockenquerschnitte angefertigt, welche, wie gesagt, die schönsten Bilder betreffs der Vertheilung beider Faserarten und ihrer Helligkeitsdifferenzen geben, wenn der Eintrocknungsprocess nicht viel mehr als 24 Stunden gedauert hat. Ich gebe die Resultate dieser Untersuchung hier im Zusammenhange.[1]

M. temporalis Fr. Die meisten Faser deutlich längsgestreift, mit feinen interstitiellen Körnchen. Tr. Ausgesprochene Helligkeitsunterschiede; ziemlich vereinzelt, nur selten zu mehreren in einem Bündel dichter und gröber gekörnte, dunkel erscheinende Fasern. Eine grössere Anzahl erscheint schwächer getrübt zwischen der überwiegenden Anzahl von hellen. Letztere erreichen die grössten Durchmesser, zeigen aber bei starker Vergrösserung oft ebenfalls feinste, verstreute Körnchen, welche jedoch wegen der gleichzeitig mehr

[1] Dabei bedeutet Fr. frisch untersucht, Tr. Trockenquerschnitt.

minder deutlich hervortretenden Fibrillenfelderung schwer wahrzunehmen sind. Sehr auffällig sind die grossen Kaliberunterschiede in diesem Muskel (Fig. 21, Taf. III).

M. masseter. Fr. Die Mehrzahl der Fasern zeigt ein längsstreifiges Ansehen und viele erscheinen von gröberen Körnchen durchsetzt, die bald verstreut, bald dichter angeordnet sind, so dass die ganze Faser ein körniges Aussehen zeigt. Tr. Die Zahl der getrübten Fasern merklich grösser als im Temporalis, so dass viele Bündel überwiegend aus trüben bestehen. Die dicksten Fasern wieder am hellsten; in einzelnen Fasern verstreute, stark glänzende, fettartige Körnchen, welche keine auffällige Trübung des Querschnittes bedingen. Auch hier ähnliche Kaliberdifferenzen wie im Temporalis; besonders auffallend Gruppen von dünnen hellen Fasern zwischen den getrübten und hellen dickeren (Fig. 22, Taf. III).

Zwerchfell. Dieses erweist sich aus überwiegend getrübten Fasern zusammengesetzt, so dass die hellen in entschiedener Minderheit sind. Dies zeigt die Untersuchung des frischen, sowie des getrockneten Muskels. Am Tr. erscheinen einzelne Fasern ganz schwarz. Besonders bemerkenswerth sind wieder einzelne ovale oder runde, abnorm grosse Querschnitte, welche trotz zahlreicher gröberer Körnchen nicht sonderlich getrübt erscheinen (Fig. 28, Taf. III).

M. sternocleidomastoideus. Fr. Neben schön quergestreiften hellen, auch durch zahlreiche Körnchen stark getrübte Fasern. Tr. Ausgesprochen gemischtfaserig, und zwar enthalten die trübsten Fasern zahlreiche, ziemlich grobe, stärker lichtbrechende, die weniger getrübten feinere Körnchen. In einzelnen Bündeln sind sie so zahlreich, dass sie die hellen überwiegen, in anderen wieder spärlicher; im Ganzen ist ihre Zahl aber geringer als die der hellen. Die Trübung erscheint nicht an ein bestimmtes Faserkaliber gebunden (Fig. 29, Taf. III).

M. pectoralis major. Hier wurden zwei Partien untersucht; eine aus der Gegend der Mamilla und die Clavicularportion. Erstere zeigt am Tr. deutliche Helligkeitsunterschiede. Die stärker getrübten Fasern in der Minderzahl, in einzelnen Bündeln jedoch fast gleich der der hellen. Einzelne Fasern enthalten dicht gedrängte Fettkörnchen. Die Clavicularportion

liess als deutlichen Unterschied eine grössere Anzahl getrübter Fasern erkennen, so dass hier bei einer im Übrigen ziemlich gleichmässigen Mischung im Ganzen eher die trüben überwiegen. Auffällig sind wieder einzelne tief dunkle oder ganz helle, grosse, runde Querschnitte.

M. serratus ant. maj. Enthält vorwiegend stark getrübte Fasern, so dass am Tr. die Helligkeitsdifferenzen sehr scharf hervortreten; einzelne Fasern ganz schwarz. Im Ganzen ein ähnliches Bild, wie es der Cucullaris (Fig. 30, Taf. IV) zeigte.

M. rhomboideus maj. Dieser Muskel bot am Tr. ähnliche scharfe Helligkeitsdifferenzen wie der vorige. Die Anzahl der trüben im Ganzen um Weniges grösser, als die der hellen. In vielen Bündeln jedoch die trüben weiters überwiegend.

M. cucullaris Ebenfalls deutlich gemischtfaserig, doch überwiegen hier die hellen, so dass im Ganzen ein ähnliches Bild wie von der weniger getrübten Partie des Pectoralis maj. resultirt.

M. longissimus dorsi. Ausserordentlich reich an stark getrübten Fasern, so dass die spärlichen hellen durch den Contrast besonders hervorleuchten. In grösseren Bündeln mit 60 und mehr Fasern finden sich oft nur 3 bis 5 helle, so dass man ein ähnliches Bild erhält, wie von der Scapularportion des Cucullaris (Fig. 31, Taf. IV).

M. latissimus dorsi. Die Zahl der getrübten Fasern im Ganzen eine sehr grosse und ihr Kaliber meist grösser als das der hellen. Auffällig viele, stark getrübte, schwarz erscheinende Querschnitte zeichnen sich durch kreisrunde Form aus. Bei starker Vergrösserung erscheint in einzelnen Fasern die Körnelung so regelmässig, dass man meint, eine Fibrillenfelderung vor sich zu haben. Eine solche ist aber an einzelnen Querschnitten neben den Körnchen ziemlich deutlich sichtbar.

M. supinator longus. Der Tr. zeigt sehr scharfe Helligkeitsdifferenzen; abwechselnd trübe und helle ziemlich gleichmässig vertheilt, doch im Ganzen die trüben überwiegend, wie auch frische Isolationspräparate lehren.

M. gastroknemius. Auffallend geringe Helligkeitsunterschiede, schwächer als bei allen bisher besprochenen Muskeln; selbst an dickeren Schnitten erreichen sie nur eine Intensität,

wie beim folgenden Muskel. Bei starker Vergrösserung erweisen sich aber viele Fasern von bald dichter, bald spärlicher angeordneten, gröberen oder feineren Körnchen durchsetzt. Am frisch untersuchten Präparat fallen in einzelnen Fasern Reihen gelblicher, stark lichtbrechender Fettkörnchen auf.

M. peroneus tertius. Fr. Die Fasern zeigen sehr schöne Querstreifung; viele erscheinen von ganz feinen, aber reichlichen Körnchen durchsetzt; in einzelnen längere Züge gelblicher, gröberer Fettkörnchen. Am Tr. findet man ebenfalls deutlich getrübte Fasern in ziemlich grosser Zahl. Einzelne Bündel erscheinen ganz hell mit kleineren Gruppen oder vereinzelten trüben, andere bestehen wieder überwiegend aus getrübten Fasern. Die Trübung erreicht nicht so hohe Grade, wie z. B. beim Pectoralis oder Serratus, tritt aber an etwas dickeren Schnitten als ausgesprochen braune Farbe hervor, welche von der Farblosigkeit der hellen scharf absticht. In dem Bündel, aus welchem Fig. 34, Taf. IV entnommen ist, fanden sich die 11 abgebildeten trüben Querschnitte auf 55 helle. Die Körnchen erscheinen ziemlich stark lichtbrechend. Ganz ähnlich verhielt sich der M. peroneus brevis.

Zum Schlusse hebe ich noch kurz das auffallende Resultat hervor, welches die Untersuchung zweier Fälle betraf, in denen die Muskeln von an chronischer Tuberculose und Phthise verstorbenen Männern stammen. In beiden Fällen waren, selbst in den normaler Weise stark getrübten Muskeln (Zwerchfell, Temporalis, Sternocleidomastoideus, Supinator longus etc.) die Helligkeitsunterschiede fast ganz geschwunden und an Stelle der interstitiellen Körnchen fanden sich in manchen Fasern vereinzelte, gelbliche Fettkörnchen verstreut im Sarkoplasma. Nur in einzelnen Muskeln, so im Zwerchfell, Intercostalis internus, Peroneus brevis und tertius fanden sich noch vereinzelte oder kleinste Gruppen trüber Fasern erhalten.

Versuchen wir nun aus diesen Untersuchungen einige Ergebnisse zusammenzufassen, so müssen wir als erstes hervorheben, dass beim Menschen, wie dies Grützner ausgesprochen hat, fast alle Muskeln gemischter Natur sind, d. h. man wird kaum einen Muskel finden, in dem nicht protoplasmareiche, trübe und protoplasmaarme, helle Fasern gemischt vorgefunden

werden. Je nach der Vertheilung beider Faserarten lassen sich aber gewaltige Unterschiede zwischen einzelnen Muskeln feststellen und können wir für den Menschen, ebenso wie Knoll für die übrigen Wirbelthiere, im Allgemeinen behaupten, dass die thätigsten Muskeln (Zwerchfell, Augenmuskeln, Masseter) besonders reich an trüben Fasern sind. Dieser Satz, welcher die weitere Vorstellung als nothwendige Folgerung erscheinen lässt, dass zwischen Körnung und Function eine Beziehung bestehe, erfährt nun beim Menschen einige wichtige Einschränkungen. Zunächst ist das Mischungsverhältniss beider Faserarten in ein und demselben Muskel entschieden individuellen Schwankungen unterworfen. Nicht nur in den einzelnen Bündeln ist das Verhältniss zwischen hellen und trüben ein wechselndes, so dass bald die einen, bald die anderen überwiegen können; auch die Gesammtsumme jeder Faserart kann bei gleichnamigen Muskeln verschiedener Individuen eine sehr verschiedene sein, eine Erscheinung, die auf einen Einfluss der jeweiligen functionellen Inanspruchnahme und individuellen Ausbildung des Muskels, die ja beim Menschen so verschiedenartige sein können, hindeutet. Entsprechend den gleichmässiger feststehenden Verrichtungen der Muskeln des Thieres finden wir bei diesen auch eine grössere Gesetzmässigkeit in der Vertheilung beider Faserarten, und zwar umsomehr, je typischer diese Verrichtungen werden, je tiefer wir in der Thierreihe heruntersteigen. Damit scheinen auch bestimmte Unterschiede im Kaliber, Körnung, feineren Bau etc. beider Faserarten zusammenzuhängen, Verhältnisse, die beim Menschen mehr minder verwischt erscheinen.

Eine weitere Einschränkung des obigen Satzes ist aber durch die Thatsache gegeben, dass beim Menschen Muskeln, deren Thätigkeit im Allgemeinen als eine geringere angenommen wird, nämlich die Rückenmuskeln, vorzugsweise reich an stark getrübten Fasern sind. Anderseits finden sich zwischen dem zweitstärksten Muskel des Unterschenkels, dem Gastroknemius und dem schwächsten,[1] dem Peroneus tertius bei kräftigen,

---

[1] Vergl. Fick, Über die Arbeitsleistung der auf die Fussgelenke wirkenden Muskeln. Festschrift f. A. v. Kölliker, Würzburg, 1892, und Verhandlungen d. anat. Ges. in Wien, 1892, S. 227—234.

gesunden Individuen weit geringere Unterschiede im Protoplasmareichthum, als dies der Unterschied in der Leistungsfähigkeit beider Muskeln erwarten liesse. Für die Beziehung zwischen Protoplasmareichthum und Function spricht allerdings wieder die Thatsache, dass an ein und demselben Muskel verschiedene Partien, für die man auch eine verschiedene Leistungsfähigkeit annehmen muss, Unterschiede im Reichthum an trüben Fasern zeigen, wie dies die Untersuchung des Cucullaris und Pectoralis gelehrt haben.

Mit dieser Thatsache stimmt auch die klinische Erfahrung überein, dass bei einer ausgesprochen reinen Muskelerkrankung der primitiven, progressiven Myopathie (Dystrophia muscularis progressiva, Erb) die Clavicularportion des Pectoralis, wie die des Cucullaris anscheinend ausnahmslos verschont bleiben, während die übrigen Partien der Atrophie anheimfallen. Diese eigenthümliche Erkrankung bietet für unsere Frage grosses Interesse; wesshalb ich hier, ohne näher auf dieselbe einzugehen,[1] einige diesbezügliche Angaben hervorhebe. Bei derselben wird eine auffallende Gesetzmässigkeit im Ergriffenwerden und Verschontbleiben einzelner Muskeln und Muskelgruppen beobachtet, wobei die Widerstandsfähigkeit von manchen Seiten mit dem Protoplasmareichthum in Zusammenhang gebracht wird. Diese Anschauung scheint durch die neueste Arbeit von Knoll und Hauer eine experimentelle Stütze erfahren zu haben, indem diese Autoren nachgewiesen haben, dass bei der Taube die trüben Muskelfasern im Allgemeinen gegen Inanition, Phosphorvergiftung und Nervendurchschneidung viel widerstandsfähiger sind, als die hellen. Nach Erb[2] und Hoeffel erkranken unter Anderen zuerst fast constant Latissimus und Longissimus dorsi, Serratus ant. maj., Rhomboideus, Cucullaris etc.; dieselbe Angabe machen Babinski und Onanoff.[3] Letztere glauben nun den Grund dieser Disposition in innigem Zusammenhange mit der Entwick-

[1] Die Literatur siehe bei Hoeffel, Dystrophia muscularis progressiva. Diss. Strassburg, 1891.

[2] Arch. f. klin. Med., Bd. 34, 1884 u. a. O.

[3] Myopathie progressive primitive. Compt. rend. de la soc. de biol. Sér. VIII, t. V, p. 145, 1888.

lung dieser Muskeln gefunden zu haben. Dieselben sind schon beim Embryo weiter entwickelt, als die widerstandsfähigen, zu denen unter Anderen die Kaumuskeln gehören; schliesslich betrachten die Verfasser die weniger entwickelten Muskelfasern als den rothen (trüben), die weiter entwickelten als den weissen (hellen) von Grützner entsprechend, eine Annahme, die für das Kaninchen bereits von Ranvier[1] gemacht worden war.

Auch nach Knoll[2] hätte man in den hellen Fasern in gewisser Hinsicht die am weitesten entwickelten Formen anzusehen. Aswadouroff[3] hat später eine Analogie zwischen den weiter und weniger entwickelten Muskeln beim menschlichen Embryo (vom 5. Monat) und weissen und rothen Muskeln beim erwachsenen Säugethier (Kaninchen, Meerschweinchen) festgestellt.

Diese Darstellungen sind in ihrer Gesammtheit geeignet, den Eindruck hervorzubringen, dass einfach auch bei der Dystrophia m. p. die Widerstandsfähigkeit oder Widerstandslosigkeit einzelner Muskeln durch ihren grösseren oder geringeren Reichthum an stark getrübten Fasern bedingt wäre. Dass dem jedoch nicht so ist, geht daraus hervor, dass gerade die als widerstandslos befundenen Muskeln zum Theil besonders reich an trüben Fasern sind. Demnach scheint die Frage nach dem Zusammenhange zwischen kräftiger Arbeitsleistung und Körnung einerseits und Widerstandsfähigkeit und Körnung anderseits nicht so einfach zu lösen, zur Zeit vielleicht überhaupt noch nicht spruchreif zu sein. Besonders den ersten Theil der Frage anlangend, hat auch Knoll schon bei den Säugethieren mancherlei Einzelheiten gefunden,[4] welche ihn zu dem Ausspruche drängen: »... ich bin bisher nicht in der Lage zu übersehen, inwieweit auch hier Verschiedenheiten der Lebensweise der Art und Ordnung, ererbte Eigenthümlichkeiten und Ähnliches ins Spiel kommen können«.

---

[1] L. c.

[2] Denkschriften, l. c. S. 693.

[3] Comparaison du développement des muscles chez l'embryon humain et chez les animaux à l'état adulte. Compt. rend. de la soc. de biol. Sér. VIII, t. V, No. 29, 1888.

[4] Denkschriften, l. c. S. 691.

Schliesslich hebe ich noch als wichtig die mit den Ergebnissen von Knoll und Hauer in Übereinstimmung stehende Thatsache hervor, dass die Körnchen bei chronischen, erschöpfenden Krankheiten aus den Muskelfasern schwinden. Anderseits können dieselben in Fett umgewandelt erscheinen, besonders bei schweren, fieberhaften Infectionserkrankungen, die rasch zum Tode führen.

Wenn nun auch schon im embryonalen Muskel zweifellos Unterschiede zwischen den Fasern vorliegen, welche mit grösserem und geringerem Protoplasmareichthum zusammenhängen, so berechtigen die am Menschen gemachten Erfahrungen, zusammengehalten mit den an Thieren gewonnenen, wohl zu der Frage, ob es ohne Weiteres gestattet ist, die trüben Fasern immer als eine specifische, schon durch ihre Entwicklungsweise von den hellen unterschiedene Faserart zu betrachten. Die Beobachtungen, dass beim Frosch während des Winterschlafs die interstitiellen Körnchen in Form leicht resorbirbaren Fettes auftreten, dass bei Fischen zur Zeit erhöhten Stoffwechsels (Laichzeit) eine Umwandlung der Körnchen in Fett auch stattfindet, weiter, dass bei der Fledermaus, vielleicht auch bei anderen winterschlafenden Säugethieren (Igel) die Muskelfasern vorwiegend stark getrübt sind (wobei auch eine Fettmetamorphose eintreten kann; Knoll, Denkschriften l. c. S. 691) und beim Menschen die Körnchen während chronischer, zur Consumption führender Krankheiten fast ganz verschwinden, bei kurzdauernden, fieberhaften Infectionskrankheiten, in denen die Resorption gleichsam durch den Tod unterbrochen wird, ebenfalls in die leichtresorbirbare Form des Fettes übergehen, alle diese Beobachtungen zusammengenommen legen den Gedanken nahe, ob wir es nicht mit einem Speicherungsvorgang von Nahrungsmaterial zu thun haben, welches mehr minder gleichmässig im ganzen Körper vertheilt erscheint. Damit wäre die weitere Vorstellung, dass dieser erhöhte Nahrungszustand der trüben Muskulatur für die Leistungsfähigkeit, Ausdauer und Widerstandsfähigkeit der betreffenden (trüben) Muskelfasern von Bedeutung ist, ganz gut vereinbar.

C. Muskeln von Wirbelthieren.

Da über diesen Gegenstand bereits die ausführlichen Mittheilungen von Knoll vorliegen, sollen hier nur wenige Fälle besprochen werden, welche theils für die Frage von den Verdichtungsknoten, theils für das Verhältniss zwischen interstitiellen Körnchen und Cohnheim'schen Feldern von Interesse sind; ein besonderes Augenmerk soll hier demnach auf die Reagentienwirkung gerichtet werden, deren fundamentale Bedeutung bei der Untersuchung der quergestreiften Muskelfasern wir des Öfteren betont haben.

Untersucht wurden: *Rana esculenta*, *Coronella laevis*, *Tropidonotus natrix*, *Lacerta viridis* und *agilis*, *Anguis fragilis*, *Pseudopus Pallasii*, *Uromastix spinipes*, Hund, weisse Maus und Igel.

Vom Frosch (*R. esculenta*) untersuchte ich fast ausschliesslich den Gastroknemius, welchen Muskel ich zum vergleichenden Studium der Reagenswirkung benützte. Es wurden gewöhnlich die zwei Muskeln desselben Thieres zum directen Vergleiche verschieden behandelt und dann Schnitte aus entsprechenden Regionen untersucht. Als Fixations- und Härtungsmittel wurden verwendet: Osmiumsäure (0·5—1·0%), Flemming's und Hermann's Gemisch, Palladiumchlorid (0·25%), Kochsalzsublimat (mit Sublimat gesättigte physiologische Kochsalzlösung mit und ohne Essigsäurezusatz), Alkohol und Müller'sche Flüssigkeit.

Präparate aus Osmiumsäure. Im Allgemeinen kann ich die Angaben Knoll's[1] über diesen Muskel bestätigen, sowohl was die Vertheilung und Anordnung der dünnen Fasern, als auch was das Auftreten der Körnchen und ihr verschiedenes Verhalten gegen Osmiumsäure je nach der Jahreszeit anlangt. Die dünnen Fasern erscheinen über den ganzen Muskelquerschnitt ziemlich gleichmässig vertheilt, wie ich mit Knoll gegen Bonhöffer[2] hervorhebe, nach dessen Angabe sie nur einen

---

[1] Denkschriften, l. c. S. 684 u. f.

[2] Über einige physikalische Eigenschaften dünn- und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien. Pflüger's Archiv, Bd. 47, 1890.

schmalen Saum an der Peripherie bilden. Sie erscheinen bei Winterfröschen bei schwacher Vergrösserung dunkel gegenüber den dicken Faserquerschnitten, jedoch ist dies nicht ohne Ausnahme, indem vielfach dünne Faserquerschnitte hell, und dicke dunkel erscheinen. Der Grund der dunklen Färbung sind die bekannten Körnchen, welche sich mit Osmiumsäure intensiv geschwärzt haben. Grösse und Vertheilung derselben schwankt beträchtlich, oft sind nur einzelne, feinste über den Querschnitt vertheilt, dann erscheinen sie wieder dicht gedrängt und massig, so dass sie das ganze Querschnittsbild beherrschen und eine andere Structur kaum erkennen lassen. Dort, wo die Osmiumsäure den Muskel gleichmässig ganz durchdrungen hat, zeigen sämmtliche Querschnitte eine schöne Felderung, welche an dünnen und dicken Fasern keinen durchgreifenden Unterschied erkennen lässt; oft scheint es allerdings, dass die dünnen Fasern deutlich getrennte Säulchenfelder mit fibrillärer Punktirung besitzen, während das Netz der Sarkoplasmadurchgänge in den grossen Querschnitten viel zierlicher und gleichmässig engmaschig erscheint. Neben dieser Felderung sind die geschwärzten Körnchen in den kleinen Querschnitten ausserordentlich deutlich, oft die Felderung ganz verdeckend, in den protoplasmaarmen oft trotz der Schwärzung nur bei aufmerksamer Beobachtung sichtbar. Gegen die Mitte des Querschnittes zu verschwindet zunächst die Fibrillenfelderung, die Sarkoplasmadurchgänge werden feiner, die Fibrillengruppen lagern sich vielfach so dicht aneinander, dass die Felderung nur mehr durch Lücken mit einspringenden Seiten angedeutet wird, bis endlich in der Mitte des Querschnittes, wo die Quellung am grössten ist, die hellen Faserquerschnitte bis auf die deutlich hervortretenden Kerne und einzelne Körnchen gleichmässig erscheinen, während die Querschnitte der dünnen, trüben Fasern noch eine Andeutung der Felderung zeigen. Letztere erscheinen hier auch nicht mehr gebräunt, färben sich aber mit Delafield's Hämatoxylin-Thonerde blau, während die hellen ungefärbt bleiben.

Diese Beschreibung gilt für das dünnere Sehnenende des Muskels, an welchem man, nebstbei bemerkt, unter der Fascie sehr dicke und dünne Fasern gemischt vorfindet, während an

der dem Knochen zugewendeten Partie die Fasern ein mehr gleichmässiges, mittleres Kaliber zeigen.

Von grossem Interesse für die Kenntniss der Osmiumsäurewirkung sind Querschnitte durch den dicken Muskelbauch in toto fixirter Gastroknemii (Fig. 7, Taf. I). In der Peripherie, unmittelbar unter dem äusseren Perimysium *(r)*, wo das Reagens rasch eindringt und die Fasern erhärtet, erscheinen diese in ihrer Form wohl erhalten, gebräunt und ist zwischen ihnen das spärliche Perimysium internum deutlich sichtbar. In der Mitte des Querschnittes *(m)*, wohin die erhärtende Wirkung der Osmiumsäure nicht mehr gereicht, sind sämmtliche Fasern bedeutend gequollen, verdickt, ohne besondere Formveränderung. Zwischen beiden Regionen jedoch *(i)* findet sich eine schmale Zone von Fasern, die bandartig, fest aneinander gepresst erscheinen, die Längsaxe des Querschnittes tangential, die kurze radiär zur Längsaxe des Muskels gestellt.

Das feinere Querschnittsbild ändert sich von der Peripherie gegen die Mitte in der oben angegebenen Weise.

Da sich der Umfang des ganzen Muskels durch die Härtung nicht sehr verändert hat, kann man sich dieses eigenthümliche Querschnittsbild in der Weise erklären, dass die rasch erhärtete Rindenpartie einen starren, unnachgiebigen Ring gebildet hat, gegen welchen durch die bedeutende Quellung der mittleren Partie die Fasern der Übergangszone gepresst und in dieser Weise deformirt worden sind. Wenn man nicht den ganzen Muskel, sondern nur ein kleines Stück desselben mit Osmiumsäure behandelt, so dass dieselbe alle Fasern gleichmässig durchdringen kann und die Quellung der centralen Fasern entfällt, dann zeigen alle Querschnitte eine rundliche Form, aber neben den intensiv geschwärzten Körnchen deutliche Felderung, der beste Beweis, dass interstitielle Körnchen und das Balkenwerk, welches die Felder umgrenzt, genetisch nichts miteinander zu thun haben.

Ähnlich gestaltet sich die Wirkung der Osmiumgemische, nur ist die Quellung der mittleren Partien viel schwächer, dagegen verhält sich Palladiumchlorid ganz ähnlich wie Osmiumsäure. Bekanntlich wurde es von F. E. Schulze [1] hauptsächlich

[1] Centralbl. f. d. med. Wiss., 1867, Nr. 13.

zur Untersuchung glatter Muskeln empfohlen; es eignet sich aber auch gut zur Darstellung heller und trüber Fasern, indem letztere gebräunt und die interstitiellen Körnchen, so weit sie fettartig sind, ebenfalls geschwärzt werden, so wie das Nervenmark. Nur dringt es ebensowenig tief ein wie Osmiumsäure, und muss man daher sehr kleine Stückchen verwenden. Von einer Anfang März getödteten *Rana esculenta* brachte ich einen Gastroknemius in 0·25% wässerige Lösung von Palladiumchlorid, den anderen frei an der Sehne suspendirt in Müller'sche Flüssigkeit. Dieser verkürzte sich um beiläufig ein Drittel seiner Länge, unter gleichzeitiger entsprechender Verdickung, zeigte also lebhafte Contraction, in welchem Zustande er auch abstarb; ersterer zeigte keine merkliche Verkürzung, wohl aber eine beträchtliche Quellung der mittleren Partien.

Das Querschnittsbild zeigt wieder ganz ähnliche Veränderungen von der Peripherie zur Mitte, wie nach Osmiumsäurebehandlung. Besonders deutlich wird da die Pressung der interstitiellen Körnchen in den stark gequollenen Querschnitten der Mitte, so dass man hier auf das Schönste jene Bilder zu sehen bekommt, wie sie Knoll[1] beschrieben hat. Die interstitiellen Körnchen bilden vielfach nur mehr Knotenpunkte eines die Muskelsäulchen umrahmenden Balkenwerkes, ja sie können vollkommen aufgehen in dem Geäder, welches dann bei oberflächlicher Einstellung reliefartig auf dem sonst homogen gewordenen Querschnitte hervortritt. In diesem Stadium der Reagenswirkung ergibt sich dann allerdings auch ein Unterschied in der Felderung zwischen dünnen und dicken Fasern, indem bei ersteren die dichter stehenden Körnchen durch den Druck von Seite der quellenden Fibrillenbündel zur Anastomosenbildung kommen und ein grobmaschiges Netzwerk darstellen, während ein solches bei den ganz verstreuten, feinen Körnchen der dicken, hellen Fasern nicht zu Stande kommen kann. In den Randpartien jedoch sind die Körnchen als isolirte geschwärzte Gebilde neben der scharf ausgeprägten Felderung erhalten, welche weiter nach innen zu immer undeutlicher wird. Im Ganzen geben solche Faserquerschnitte ein Bild, wie der in Fig. 8, Taf. I dargestellte Querschnitt nach Goldbehandlung.

[1] Denkschriften, l. c. S. 650.

An den Querschnitten nach Fixirung in NaCl-Sublimat erscheinen in schwach lichtbrechenden Medien untersucht die meisten Fasern infolge der ausgesprochenen fibrillären Zerklüftung dunkel; dazwischen aber auch helle ohne Unterschied des Kalibers, welche, wie der Längsschnitt lehrt, durch Verdichtungsknoten gefallen sind. An den hellen ist die Felderung weniger deutlich, oft ausserordentlich zart mit verstreuten, runden oder verzogenen Körnchen, welche schwächer lichtbrechend erscheinen als die Umgebung und daher wie Lücken erscheinen. An den übrigen Fasern ist die Fibrillenfelderung ausserordentlich scharf, wie an Gefrierschnitten, daher die Körnchen nicht sichtbar, undeutlich dagegen am Längsschnitte.

Ein besonderes Gewicht legt Knoll auf die Bilder, welche man nach Härtung in Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit erhält und waren es hauptsächlich diese, welche den Grund seiner Behauptung bildeten, dass die Cohnheim'schen Felder ein Kunstproduct seien, hervorgerufen durch Reagenswirkung auf die interstitiellen Körnchen. Ich glaube die Unzulässigkeit einer solchen Auffassung im Vorstehenden bereits genügend erörtert zu haben; hier sollen zum Abschluss kurz die Bilder erläutert werden, welche an Wadenmuskeln von Winterfröschen nach Einwirkung von Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit zur Beobachtung kommen.

Bringt man den Muskel in toto in starken Alkohol, so zeigt er keine wesentliche Verkürzung, dagegen starke Schrumpfung im dicken Durchmesser, so dass seine Oberfläche runzelig eingebuchtet wird. An Querschnitten erscheinen die Fasern in einer beiläufig 0·27 *mm* breiten oberflächlichen Zone zu flachen Bändern verdrückt, homogenisirt, lassen aber noch helle und trübe Felder unterscheiden. In der Mitte zeigen sämmtliche Fasern eine ausgesprochene Zerklüftung in Fibrillen, daneben aber eine beträchtliche Schrumpfung, so dass sie vielfach den Sarkolemmaschlauch nicht ausfüllen. Bei stärkerer Vergrösserung dieser Randpartie findet man den anscheinend glasartig gleichmässigen Querschnitt unterbrochen von Lücken, welche schwächer lichtbrechend erscheinen als die contractile Substanz, in ihrer Vertheilung jedoch den interstitiellen Körnchen entsprechen. In den hellen Fasern sind sie meist vollkommen

isolirt, in den trüben erscheinen sie eckig verzogen und anastomosiren untereinander, so dass sie ein gröberes oder feineres Netzwerk bilden, was bei schwacher Vergrösserung ihre Trübung bedingt. Hier dürfte es sich in der That um eine theilweise Lösung der fettartigen Körnchen handeln, wodurch die Lückenbildung sich ohne weiteres erklärt.

In der Mitte sind sämmtliche Faserquerschnitte so dicht fibrillär gefeldert, dass sie in schwach lichtbrechenden Medien (Alkohol) dunkel erscheinen. Eine Ausnahme machen Querschnitte durch Verdichtungsknoten, welche wieder hell erscheinen.

Betreffs der Wirkung der Müller'schen Flüssigkeit endlich habe ich schon hervorgehoben, dass frische, noch reactionsfähige Muskeln in dieselbe gebracht sich stärker contrahiren als solche, die man in ein Fixirungsmittel bringt; letzteres tödtet den Muskel rasch ab, es kommt höchstens zur Bildung von Verdichtungsknoten etc., während die M. Fl. nur sehr langsam eindringt, vielleicht auch einen besonderen Reiz auf die Fasern ausübt und so noch ausgiebige Contraction bewirkt. Man vergleiche das über den Temporalis und Gastroknemius vom Justificirten Gesagte, wo wir auch die Querschnitte aus M. Fl. grösser fanden, als an analogen Präparaten aus Flemming's Gemisch.

Die Untersuchung der beiden in M. Fl. erhärteten Froschgastroknemii sollte hauptsächlich zur Beantwortung der Frage dienen, ob man helle und trübe Fasern auch an solchen Präparaten unterscheiden kann.

Untersucht man die Querschnitte in Alkohol, so findet man die weitgehendsten Helligkeitsdifferenzen: tiefdunkle, bräunliche im auffallenden Licht stark oder schwächer reflectirende und helle, farblose, nicht reflectirende Fasern. Dieselben decken sich jedoch nicht vollkommen mit der Vertheilung körnchenarmer und körnchenreicher Fasern, obwohl vielfach die dünnsten Fasern am dunkelsten, die dicksten ganz farblos, hell erscheinen. Die Querschnitte letzterer sind oft kreisrund und lassen schon dadurch erkennen, dass sie durch contrahirte Faserabschnitte gefallen sind. Bei näherer Untersuchung erscheinen die dünnen, dunklen Faserquerschnitte deutlich in grössere Felder zertheilt,

zwischen denen man die interstitiellen Fettkörnchen nur schwer wahrnimmt, während man diese an den hellen ganz verstreut, als wohl erhaltene Kügelchen, bald neben einer sehr zarten Fibrillenfelderung, bald in einem anscheinend homogenen Querschnitte vertheilt sieht. Neben ausgesprochener fibrillärer Felderung kann man aber auch ästige Lücken als Andeutung einer unvollkommenen Säulchenfelderung sehen, in welchem Falle dann die Körnchen nicht mehr als isolirte Gebilde wahrgenommen werden.

Oft erscheinen auch körnchenreiche Faserquerschnitte hell, wenn sie einem Verdichtungsknoten entsprechen, aus dem die Körnchen nicht verdrängt wurden.

Hellt man solche Schnitte mit Glycerin auf, so bleiben die Unterschiede zwischen hellen und trüben Fasern noch wahrnehmbar, obwohl bedeutend abgeschwächt. Dann erkennt man in den meisten dünnen Fasern eine deutliche Säulchenfelderung, in der die Körnchen unsichtbar werden, während die hellen eine ausserordentlich zarte Fibrillenfelderung zeigen, zwischen der man, je zarter sie ist, desto leichter einzelne verstreute, runde Körnchen erkennen kann.

In besonders regelmässiger Weise fand ich die beiden Faserarten in der dorsalen Rumpfmusculatur eines *Coronella laevis* geordnet. Einen Querschnitt durch dieselbe nach Häutung in schwachem Alkohol stellt Fig. 45, Taf. V dar.

Die dünnen Fasern finden sich verstreut, oft in Reihen zwischen den dicken; sie besitzen stets mehr abgerundete Contouren und erscheinen an ungefärbten Schnitten in Alkohol untersucht hell, an mit Eosinhämatoxylin gefärbten, in Lack eingeschlossenen Präparaten ebenfalls heller roth gefärbt. Ihr Querschnitt zeigt ein Spaltensystem, welches verstreute Lücken verbindet und grössere Säulchenfelder begrenzt, die wieder fibrillär punktirt erscheinen. Ein ähnliches Querschnittsbild zeigen auch die dicken, polygonal verdrückten Fasern, welche die Mehrzahl bilden. Doch erscheinen diese trüb, von einem dichten Lückenwerk durchsetzt, das nur theilweise durch Spalten zu einem unregelmässigen Geäder verbunden erscheint.

Diese Schilderung ist wie die Abbildung nach einem in Alkohol untersuchten Präparate entworfen, und könnte man

auf den ersten Blick glauben, es handelt sich in der That um das Vorkommen verstreuter heller, also körnchenarmer Fasern zwischen der Masse der trüben, körnchenreichen. Dies ist aber nur ein durch die Reagenswirkung bedingtes Trugbild: in Wirklichkeit handelt es sich hier um dünne, verstreute körnchenreiche, also trübe Fasern, die zwischen der Mehrzahl der dicken, körnchenarmen, also hellen vertheilt erscheinen. Dies muss man schon aus dem constanten Unterschied im Kaliber beider Faserarten vermuthen, wie anderseits die meist abgerundete Form der kleinen Querschnitte den Grund ihrer Helligkeit in einem Contractionszustande der Fasern ahnen lässt.

In der That ergibt die Untersuchung von entsprechenden Längsschnitten, dass die Querstreifung der dünnen Fasern fast ausschliesslich eine enge Contractionsstreifung ist, während die dicken Fasern scharf die Streifenfolge *QIZIQ*, vielfach aber die ersten Stadien des Alkoholscheibenzerfalles, respective Lockerung der einer Scheibe angehörigen Säulchenabschnitte zeigen. Dieser Befund erklärt das Lücken- und Spaltensystem am Querschnitt, aber auch das trübe Aussehen im schwach lichtbrechenden Medium. Den besten Beweis dafür jedoch, dass hier die hellerscheinenden Faserquerschnitte körnchenreich sind, geben Trockenquerschnitte durch die entsprechenden Muskeln. Ich benützte dazu die Muskeln desselben, in 50% Alkohol conservirten Thieres, und habe in Fig. 46, Taf. V ein Bündel abgebildet: die dicken Fasern erscheinen nun fast ausnahmslos homogen, die dünnen von isolirten, kugeligen, gröberen Körnchen durchsetzt.

Damit stehen nun die Mittheilungen Knoll's[1] in Übereinstimmung, welcher bei *Cistudo* die Musculatur an der Wirbelsäule, namentlich die langen, zum Zurückziehen des Kopfes dienenden Muskeln an der Seite derselben fast ausschliesslich aus den körnchenarmen Fasern zusammengesetzt fand.

Bei *Tropidonotus* fand er in der Leibesmusculatur zwischen die vorwaltend dicken, körnchenarmen, theils vereinzelt, theils in kleineren Gruppen (vergl. *Anguis*) dünne Fasern eingesprengt, welche sich an kleinen, durch Osmium geschwärzten Körnchen

---

[1] Denkschriften, l. c. S. 686.

sehr reich erwiesen. Analog fand er die Vertheilung der beiden Faserarten bei *Coronella.*

Dem kann ich hinzufügen, dass ich die Vertheilung ähnlich auch in der Rückenmusculatur von *Anguis fragilis* fand. Nur bilden die dünnen Fasern in den sich unmittelbar an den Kopf anschliessenden Partien oft ganze Inseln oder grössere Gruppen mitten zwischen dicken Fasern; so besonders in den Muskeln, die in der Höhe der Wirbelkörper hinlaufen, und in den zwei Gruppen, die unmittelbar an das obere Wirbelband angrenzen. An einem Exemplar aus Müller'scher Flüssigkeit, das in Salpetersäure (nach Thoma) entkalkt worden war, finde ich die Querschnitte alle homogen, nur an den dünnen treten die wohlerhaltenen Körnchen deutlich hervor.

Eine kleine Partie der Nackenmusculatur von einer *Anguis fragilis* fixirte ich in Palladiumchlorid; am Querschnitt zeigen sich die zwei verschiedenen Arten von Muskelfasern innig gemischt: farblose und gebräunte. Letztere zeigen die interstitiellen Körnchen deutlich geschwärzt, isolirt, daneben aber auch die Felderung, welche gegen die Mitte des Schnittes zu wieder infolge der Quellung undeutlich wird, während die Körnchen verdrückt, oft bis zur Anastomose ausgezogen erscheinen. Eine solche Gruppe von Fasern stellt Fig. 47, Taf. V dar.

Besonders auffallend tritt an diesen Querschnitten das Sarkolemma, als ganz scharfe, dunkel gefärbte Linie hervor; oft erscheint der contractile Inhalt zurückgezogen, während die Hülle ihre Form behalten hat..

Es scheint mir nicht unwichtig, die besondere Eignung solcher Präparate zur Demonstration des Sarkolemms hervorzuheben, und zwar in Hinblick auf die einschlägigen Auseinandersetzungen von Schneider,[1] die bisher unbeachtet geblieben zu sein scheinen.

Schneider stellte eingangs seiner Mittheilung die Behauptung auf: »Man kann sich (aber) an guten Querschnitten überzeugen, dass ein Sarkolemm nicht vorhanden ist, dass vielmehr das Sarkolemm aus den Beschreibungen weggelassen werden muss« (l. c. S. 213), und kommt zu dem Schlusssatze: »Die sogenannten Muskelfasern wird man also besser als Fibrillenbündel bezeichnen. Die Fibrillenbündel sind bei allen Thieren im Bindegewebe unmittelbar eingebettet und von keiner eigenen Membran — Sarkolemm — umgeben.

[1] Über das Sarkolemma. Zoolog. Beiträge, herausgegeben von A. Schneider. II. Bd., Breslau, 1890, S. 212—218.

Das Sarkolemm ist also ein Trugbild, das fest in der Vorstellung der Histologen eingewurzelt ist. Indess mit der Zeit wird es aus den Lehrbüchern verschwinden.

So auffallende und bestimmte Behauptungen eines Forschers, wie Schneider einer war, verdienen wohl eine Erörterung, welche vor Allem gegen eine Verallgemeinerung der Sätze Schneider's für alle Thiere gerichtet sein muss. Dazu wird es genügen, wenn ich kurz die Darstellung der Verhältnisse, wie sie Schneider für Fische und Amphibien gibt, beleuchte. Er erläutert den Mangel eines Sarkolemms zunächst an einem Querschnitte von Rückenmuskeln der Karausche *(Cypr. carassius)*; derselbe stimmt im Wesentlichen mit der Abbildung, welche Kölliker (Handbuch, 6. Aufl., Fig. 281) von einem *Cypr. carpio* gibt. Die oberflächliche Sarkoplasmahülle ist bei Schneider als leerer Raum angedeutet und wird von einer scharfen Linie begrenzt, die er aber nicht für das Sarkolemm hält, sondern für die bindegewebige Scheide. Dabei argumentirt er: »Wäre eine der fibrillären Substanz eng anliegende Membran, das Sarkolemm, vorhanden, so müsste es an diesen Querschnitten sichtbar sein. Es fehlt aber immer.... Die Muskelfasern sind, wie überall, in ein kernhaltiges Bindegewebe eingebettet, welches immer durch einen grösseren Abstand davon getrennt ist.« Dass dieser »grössere Abstand« von der oberflächlichen Sarkoplasmahülle ausgefüllt wird, brauche ich wohl nicht besonders hervorzuheben. Aber auch von Oberschenkelmuskeln des Frosches, die in Alkohol und Sublimat gehärtet waren, fertigte Schneider Präparate an. »Sie zeigten dieselbe Erscheinung, nur stehen die Fibrillen dichter. An einzelnen Stellen treten zwischen den dicht aneinander stehenden Fibrillen helle Lücken auf, welche wahrscheinlich feinkörniges Protoplasma einschliessen. Die bekannten Cohnheim'schen Felder treten bei dieser Behandlungsweise nicht auf.« Dazu brauche ich nach den vorangegangenen Erörterungen nichts mehr zu bemerken; die ganze Darstellung ist offenbar von Beobachtungen an Evertebratenmuskeln beeinflusst, ohne dass das wichtigste Moment, der chemische Unterschied zwischen Bindegewebe und Sarkolemma berücksichtigt worden wäre.

Als vereinzelte Befunde erwähne ich, dass ich den Masseter von *Uromastix spinipes* aus vorwiegend stark getrübten Fasern zusammengesetzt fand, deren interstitielle Körnchen sich bei der Vergoldung intensiv dunkel färbten. Ähnlich waren die Augenmuskeln von *Lacerta viridis* beschaffen. Die meisten Fasern reich an Körnchen, einzelne frei von solchen. Letztere zeigen eine schöne, gleichmässige Querstreifung und nur eine Andeutung einer ganz feinen Längsstreifung und deutlich hervortretende Kerne. Erstere erscheinen in wenig oder nicht gequollenem Zustande nach der Vergoldung ganz dunkel, undurchsichtig, der Querschnitt von dicht gedrängten, groben, stark gefärbten Körnern besetzt, zwischen denen man nur unter günstigen Verhältnissen eine sehr enge Felderung wahrnehmen

kann. Bei stärkerer Quellung dieser dunkeln Fasern erhält man ein sehr zierliches Bild, das im Wesentlichen dem der trüben Froschmuskelfasern gleicht (Fig. 8, Taf. I): Die Querstreifung wird undeutlich, ausserordentlich zart und schwer sichtbar, dagegen treten die Längsreihen der interstitiellen Körnchen als dunkelgefärbte, varicöse Stränge von verschiedener Länge hervor, welche an Rissenden oft wie isolirte Fasern hervorragen. Die Varicositäten dieser Scheidewände haben meist eine sehr regelmässige Lage im starkgefärbten Querstreifen *Z*.

Schliesslich hebe ich hervor, dass ich in der Reptilienzunge (*Tropidonotus natrix*, *Lacerta viridis* und *agilis*, *Anquis fragilis* und *Pseudopus Pallasii)* ein Object kennen lernte, in dem man typischer Weise die auffallenden morphologischen und färberischen Unterschiede, wie sie durch Reagentienwirkung an Muskeln entstehen, beobachten kann. Besonders in den wohl abgegrenzten Bündeln des Hyoglossus findet man fast stets zweierlei Faserquerschnitte: die Mehrzahl zeigt deutliche, von weiten Sarkoplasmadurchgängen getrennte Säulchenfelder, welche wieder fibrillär punktirt sind. Dazwischen finden sich verstreut oder Inseln von verschiedener Ausdehnung bildend Querschnitte, die entweder ganz homogen oder in homogene Säulchen mit weiten Durchgängen zerfallen erscheinen. Nach Färbung mit Eosin erscheinen die ersteren schwach, die letzteren, besonders nach Pikrinsäurehärtung, ungemein intensiv gefärbt. In den homogenen Querschnitten kann man reichliche, gröbere Körnchen erkennen.

An den ringförmig um den Hyoglossus verlaufenden Fasern sieht man in der Längsansicht wieder grobstreifige oder homogene, stark gefärbte verdichtete Faserabschnitte, die oft plötzlich in dickere, schwach gefärbte Partien übergehen, die auf das schärfste die Querstreifenfolge *QIZIQ* zeigen. Bei *Pseudopus* fand ich die Fasern des Genioglossus alle verdichtet, die des Hyoglossus fast alle die Structur der ruhenden zeigend.

Die Veränderung im Querschnittsbilde, welche durch den Verdichtungsvorgang bedingt wird, lässt sich hier deutlich erkennen: die Sarkoplasmadurchgänge zwischen den Säulchenfeldern werden schmäler, die Fibrillenfelderung der Säulchen wird undeutlich, verschwindet endlich, und schliesslich kann

auch die Säulchenfelderung zu einem homogen erscheinenden Querschnittsbilde zusammenrücken.

Von Säugethieren bot zunächst die Zungenmusculatur eines Hundes, besonders in Betreff der Verdichtungsknoten und dadurch bedingter Faserunterschiede am Querschnitt ein instructives Bild.

Das Thier war mittelst Chloroform getödtet und sein Arteriensystem vom linken Herzen aus injicirt worden. Die Zunge, der Kehlkopf, der M. sternomastoideus etc. kamen dann sofort in starken Alkohol.

An Querschnitten durch die Zungenwurzel (Fig. 2, Taf. I) wechseln wieder helle und trübe Faserquerschnitte in der mannigfachsten Weise ab; das Bild, das solche Schnitte, in Alkohol oder Wasser untersucht, geben, ist bunter als alle bisher beschriebenen, da die trüben Faserquerschnitte zwei verschiedene Farbentöne zeigen, entweder grau oder braun; im auffallenden Lichte sind sie wieder stark reflectirend, weiss; diese Erscheinung ändert sich aber an vielen Fasern bei Drehung des Präparates um die verticale Axe, so dass viele Querschnitte in den verschiedenen Azimuthen bald stärker, bald weniger stark reflectiren; wie bereits hervorgehoben wurde, handelt es sich da um Schrägschnitte oder um Querschnitte von in Zickzack gelegten Fasern. Sehr deutlich finden wir hier auch die Erscheinung ausgeprägt, dass an manchen Faserquerschnitten ein Abschnitt hell, der andere dunkel erscheint. Dieser letztere Befund deutet schon darauf hin, dass wir auch an diesem Objecte die eigenthümlichen Verdichtungsknoten finden werden, was auch die Untersuchung von Längsschnitten bestätigt. Bei derselben, sowie beim Studium von Isolationspräparaten, fallen uns zunächst viele Fasern mit starken Zickzackbiegungen auf; weiters aber zeigen viele Fasern in ihrem Verlaufe verdichtete Stellen, so dass sie bei flüchtiger Betrachtung den Anblick gewähren, als wäre der contractile Inhalt zerrissen und innerhalb des Sarkolemmas in kurze, säulenförmige Stücke zerfallen. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man die hellen Stellen zwischen den verdichteten, bei tiefer Einstellung dunkleren Partien als vollkommen erhaltene, mit deutlicher Längs- und Querstreifung versehene Muskel-

faserabschnitte, während an den Verdichtungsknoten nur eine sehr enge oder gar keine Querstreifung, dagegen eine Längsstreifung noch ziemlich deutlich nachzuweisen ist. Bei der Vergoldung solcher Fasern treten die verdichteten Partien sehr dunkel gefärbt hervor, während die dazwischen liegenden nur eine zarte Färbung der Querstreifung zeigen, so dass sie bei schwacher Vergrösserung wie ungefärbt erscheinen (Fig. 4). Die Anzahl solcher Verdichtungsknoten im Verlaufe einer Faser kann sehr gross sein, und auch die Anzahl der Fasern, welche diese Erscheinung zeigt, ist an diesem Objecte auffallend gross. Bevor wir auf die Erklärung dieses Vorkommens eingehen, sei noch des Querschnittsbildes mit einigen Worten gedacht. Am vergoldeten Querschnitte wechseln ebenfalls schwach und stark gefärbte Faserquerschnitte ab (Fig. 3); um die Beziehungen zwischen den hellen und dunkeln Querschnitten der vergoldeten Fasern zu den stark und schwach gefärbten der vergoldeten festzustellen, wurde ein Bündelquerschnitt in Wasser liegend gezeichnet und die Farben-, beziehungsweise Helligkeitsdifferenz der einzelnen Fasern genau skizzirt (Fig. 2); darauf wurde der Schnitt vergoldet und dasselbe Bündel nach Vergoldung und Lackeinschluss wieder untersucht (Fig. 3); dabei ergab sich das eigenthümliche Verhalten, dass die hellen Faserquerschnitte sämmtlich intensiv mit Gold gefärbt erschienen, ebenso die grauen, während die braunen nur eine schwache Goldfärbung zeigten. Auch nach Eosinfärbung erhält man an Schnitten von bestimmter Dicke (sie dürfen nicht zu dünn und nicht zu dick sein) sehr merkwürdige Bilder: die hellen Faserquerschnitte erscheinen in einem leuchtenden Orangeton, die braunen zart rosa, wie Bindegewebe, während die grauen eine zwischen beiden stehende Farbe zeigen. Aus dem Vergleich dieser Querschnitte mit Längsschnitten geht unzweifelhaft hervor, dass die hellen Faserquerschnitte, welche sich mit Gold, Eosin, auch Essigsäure-Hämatoxylin intensiv gefärbt zeigen, nur Querschnitten durch Verdichtungsknoten entsprechen; ausserdem müssen wir aber noch das Vorkommen zweier, morphologisch und mikrochemisch sich verschieden verhaltender Faserarten in der Zunge annehmen, und zwar aus gleich anzuführenden Gründen. Ein ähnliches Verhalten wie

die Zungenmusculatur zeigten auch die Kehlkopfmuskeln und der M. sternomastoideus dieses Hundes, die allein ich untersuchen konnte; wahrscheinlich hätte es sich aber auch an vielen anderen Muskeln feststellen lassen können. Weiter fand ich dieselben Bilder auch an Schnitten einer injicirten, in Alkohol gehärteten Kaninchenzunge.

Zur Erklärung des Zustandekommens dieser zahlreichen Verdichtungsknoten und damit des Vorkommens der hellen Faserquerschnitte lässt sich nun ungezwungen die auch für den Menschen bekannte Thatsache heranziehen, dass die Muskeln nach Chloroformtod noch lange fibrilläre Zuckungen zeigen, die bei Injection der Muskelgefässe mit warmer Leimmasse noch bedeutend lebhafter werden, so dass es zu förmlichen Jactationen oder Zittern der ganzen Extremitäten, Zunge etc. kommt. Diese Contractionen werden dann durch den Alkohol fixirt. Wenn aber die durch die Chloroformvergiftung erhöhte Erregbarkeit in diesen Fällen die grosse Anzahl von Verdichtungsknoten erklärt, so wissen wir, dass anderseits zum Zustandekommen derselben überhaupt auch schon der Reiz des Reagens auf die noch reactionsfähige Muskelfaser genügt, ja dass dieselben selbst an ohne weiteres abgestorbenen Leichenmuskeln zur Beobachtung kommen. Ob sie in diesen Fällen nicht den Beginn einer Degeneration der betroffenen Fasern bedeuten, muss dahingestellt bleiben.

In der Zunge kommen aber auch in der That zweierlei Muskelfasern im Sinne der Autoren vor, wie die folgenden Beobachtungen lehren.

Auch an Durchschnitten durch die Zunge des Menschen, die erst einen Tag post mortem in Müller'sche Flüssigkeit gebracht worden war, finden wir helle, im auffallenden Lichte dunkle Querschnitte; die Trübung der übrigen ist nicht so stark wie an der Zunge aus Alkohol. Dasselbe Verhalten sah ich an einer ebenfalls in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Hundezunge. An manchen Stellen treten die Helligkeitsdifferenzen sehr scharf hervor, im Allgemeinen sind sie aber viel schwächer als an der Alkoholzunge. An den Längsansichten der Fasern konnte ich keine Verdichtungswülste wahrnehmen und die Querschnitte der Fasern waren nicht rund.

Am deutlichsten traten die Unterschiede an Querschnitten durch die Zunge einer weissen Maus hervor, welche in Flemming's Gemisch fixirt worden war. Untersucht man Querschnitte durch die hinteren Partien der Zunge, an denen die basalen, äusseren Zungenmuskeln noch als wohlgesonderte Bündel erkenntlich sind, so zeigen die Fasern in den einzelnen Bündeln sehr bedeutende Unterschiede. Bei oberflächlicher Betrachtung fallen zunächst im Styloglossus, Genio- und Mylohyoideus besonders dunkle Faserquerschnitte auf, welche anscheinend homogen und durch die Fixirungsflüssigkeit am stärksten gebräunt sind. An Längsansichten erkennt man diese dunklen Partien leicht als Verdichtungsknoten, welche die Eigenthümlichkeit haben, sich mit vielen Farbstoffen, Goldchlorid, Eosin, Essigsäure-Hämatoxylin, sowie mit Flemming's Gemisch intensiv zu färben: daher kann man die dunkeln Faserquerschnitte leicht wieder als solche erkennen, die durch solche Verdichtungsknoten gefallen sind. Daneben sind aber auch wirkliche morphologische Verschiedenheiten zu bemerken. Am auffallendsten verhalten sich die Bündel des Geniohyoideus und die tiefen, zwischen jenen gelegenen Partien des Genioglossus; sie sind durch die bedeutenden Dickenunterschiede ihrer Fasern ausgezeichnet: auffallend dicke Fasern, wie sie sonst nirgends wieder in der Zunge vorkommen, erscheinen ziemlich gleichmässig vermengt mit dünnen, so dass man ein ähnliches Bild wie am Froschwadenmuskel erhält (Fig. 48, Taf. V). Die wenigsten Fasern sind rund, daher lässt sich ein durchschnittlicher Durchmesser schwer angeben, umsoweniger, als die mannigfachsten Übergänge vorkommen. Als annähernd richtige Vergleichsziffern erhielt ich für den Durchschnitt der dicken Fasern 43 μ, für den der dünnen 18·5 μ; als Extreme fanden sich ovale Faserquerschnitte von 70—88 μ Länge und 33—47 μ Breite unter den dicken, solche von 25—33 μ Länge und 7·8 bis 9·8 μ Breite unter den dünnen. Die dicksten Fasern erscheinen zugleich am hellsten und zeigen am Querschnitte ausserordentlich feine, verstreute interstitielle Körnchen, während die dünnen Fasern neben einer stärkeren Bräunung durch die Fixirungsflüssigkeit auch gröbere, dicht stehende Körnchen zeigen. Auffällig ist in beiden Faserarten das häufige Vorkommen innen-

ständiger Kerne, die vereinzelt auch in Fasern der anderen Zungenmuskeln gefunden werden, hier aber so zahlreich, dass es an manchen Schnitten den Anschein hat, als würde ihre Zahl die des gewöhnlichen Vorkommens an der Oberfläche des contractilen Inhalts überwiegen. Auch der Hyo- und Styloglossus erweisen sich als gemischt, jedoch sind hier, wie schon in den oberen Partien des Genioglossus die Fasern von mehr gleichmässigem Durchmesser und im Hyoglossus um einiges,[1] im Styloglossus bedeutend dünner als im Geniohyoideus und Genioglossus. Im Longitudinalis superior erscheinen sämmtliche Faserquerschnitte von ziemlich groben, dichtstehenden Körnchen durchsetzt. Schliesst man einen solchen Schnitt in Lack ein, so sind die Körnchen kaum mehr wahrnehmbar, die Fasern erscheinen in den mittleren Partien des Schnittes homogen, in den Randpartien wieder deutlich fibrillär gefeldert. Bei der Vergoldung treten nur die durch Verdichtungsknoten gefallenen Querschnitte durch dunklere Färbung hervor; zwischen hellen und trüben ist kein färberischer Unterschied wahrzunehmen.

Die gleichen Verhältnisse liessen sich an entsprechenden Querschnitten einer Mäusezunge aus Müller'scher Flüssigkeit erkennen; in schwach lichtbrechenden Medien treten auch die Helligkeitsdifferenzen wahrnehmbar hervor. Auffallend ist aber, dass die interstitiellen Körnchen so deutlich wie an dem Objecte aus Flemming's Gemisch sichtbar waren, und zwar, weil die Querschnitte nicht jene deutliche Felderung, d. h. Auflösung in Fibrillen zeigten, wie man sie sonst an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit zu sehen gewohnt ist; nur die hellen Fasern des Geniohyoideus zeigten eine zarte Fibrillenfelderung.

Diese Beobachtung ist somit ein neuer Beleg für die schon öfters hervorgehobene Behauptung, dass durch die Müller'sche Flüssigkeit die interstitiellen Körnchen nicht sonderlich verändert und nur durch die für gewöhnlich deutlich hervortretende fibrilläre Zerspaltung der Fasern nicht wahrgenommen werden.

---

[1] Nach den Messungen R. Mayeda's (l. c.) ergab sich für die Fasern des Hyoglossus der Maus ein mittlerer Durchmesser von 22·8 μ.

Vom Igel untersuchte ich eine Reihe von Muskeln[1] im frischen Zustande und fand in denselben überwiegend stark getrübte, körnchenreiche Fasern, mit Ausnahme der sehr dünnen und blassen Bauchpartie des Hautmuskels.

Am Trockenquerschnitte erweisen sich die meisten Fasern getrübt, einzelne aber ganz schwarz infolge des starken Lichtbrechungsvermögens der Körnchen, welche sich an mit Osmiumgemischen behandelten Muskeln auch geschwärzt, also fettartiger Natur erwiesen.

Ich vermuthe, dass hier ein ähnlicher Fall wie bei der Fledermaus vorliegt.

IV. Morphologische und optische Verschiedenheiten im jugendlichen und embryonalen Muskel. — Physiologische Rück- und Neubildungsvorgänge. — Sarkolyse und Sarkolytenfrage.[2]

Sehr auffallende morphologische Verschiedenheiten fand ich an Querschnitten durch den Triceps eines 12 Tage alten Kätzchens (Müller'sche Flüssigkeit). Während die oberflächliche Partie des Muskels, welche von einer breiten Fascie gedeckt wird, aus ziemlich gleichmässig dünnen Fasern gebildet wird, fällt an den tiefer gelegenen Theilen ein durchschnittlich grösseres Faserkaliber und eine stärkere Färbbarkeit mit Eosin auf. Beiläufig sei bemerkt, dass Knoll die tieferen Lagen des Triceps bei einem jungen Kätzchen im frischen Zustande etwas stärker gefärbt fand.

Untersucht man die Schnitte in Alkohol oder Wasser, so findet man wieder über den ganzen Muskelquerschnitt in den oberflächlichen Partien spärliche, in den tieferen zahlreichere verstreute oder auch Gruppen bildende hellere Faserquerschnitte, welche im durchfallenden Lichte leuchtend, im auffallenden dunkel, nicht reflectirend erscheinen, und welche auch

---

[1] M. masseter, pectoralis major, serratus ant. maj., rectus und obliquus abdominis, intercostales, triceps, adductor femoris und biventer maxillae.

[2] Dieser Abschnitt enthält im Wesentlichen eine weitere Ausführung meiner vorläufigen Mittheilungen über Sarkolyse. Vergl. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie in Wien, 1892, Bd. CI, und Verhandlungen der anat. Ges. auf der sechsten Versammlung zu Wien, 1892, S. 254—258.

bei Färbung mit Eosin durch ein leuchtenderes Roth hervortreten.

Viele dieser hellen Querschnitte stimmen in ihrem Durchmesser mit den übrigen trüben Fasern überein (13—24 μ, Mittel 17 μ); besonders auffällig treten aber am zahlreichsten in den tieferen Partien sehr grosse (Mittel 28 μ) Faserquerschnitte hervor, welche ebenfalls hell, stark färbbar mit Eosin sind und auch ein ganz eigenthümliches Querschnittsbild zeigen. Fig. 37, Taf. V stellt eine solche Riesenfaser unvermittelt in einem Bündel dünner Fasern dar; an anderen Stellen kommen wieder mehrere solcher Fasern von verschiedenen Durchmessern in einem Bündel vor.

Während die trüben Fasern eine mehr minder deutliche Fibrillirung und Cohnheim'sche Felder zeigen, die hellen mehr homogen erscheinen, ist der Querschnitt dieser dicken Fasern entweder ebenfalls fast homogen oder durch feinere oder gröbere, spärliche oder dichter stehende Lücken durchbrochen, die oft wie Vacuolen erscheinen; die contractile Substanz erscheint homogen und zeigt keine weitere Punktirung. Den Übergang zu den trüben Fasern hinsichtlich des Querschnittbildes bilden Fasern, welche rundliche oder bandartige Felder zeigen, die wie Querschnitte dicker Fibrillen (ähnlich wie an den Flugmuskeln von Insecten) erscheinen. Besonders hervorheben muss ich, dass einzelne dieser bei hoher Einstellung hell erscheinenden Querschnitte bei tiefer sich dahin ändern, dass eine Punktirung und Felderung sichtbar wird.

Besonders durch den meist runden Querschnitt dieser dicken Fasern erinnern die Bilder an die vom Orbicularis derimoris des neugeborenen Kindes besprochenen, nur ist die Querschnittzeichnung verschieden und der Glanz der hellen Fasern nicht so stark. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass nicht selten diese dicken Fasern im Triceps centralständige neben oberflächlich gelegenen Kernen zeigen; jedoch ist dies kein durchgreifendes Merkmal, da im Faserinhalte gelegene Kerne auch in anderen Fasern vorkommen, und zwar, wie ich gleich hier bemerke, am zahlreichsten unmittelbar unter den Fascien. Bei der Vergoldung treten diese hellen Riesenfasern wieder durch dunklere Färbung hervor.

Während Schwalbe und Mayeda[1] es als Thatsache hinstellen, dass beim Neugebornen alle von ihnen untersuchten Muskeln keine oder nur sehr unwesentliche Unterschiede ihrer Faserdicken zeigen, hat meines Wissens zuerst Kerschner[2] an Muskelquerschnitten diese eigenthümlichen Fasern gesehen, welche er als auffallend grosse, regelmässig vertheilte Fasern mit centralen Kernen im kindlichen und fötalen Muskel bezeichnet. Was die regelmässige Vertheilung anlangt, so dürfte sich diese Bezeichnung wohl nur auf ihr Vorkommen in den meisten Muskeln beziehen, und die centralständigen Kerne sind kein ausschliessliches Merkmal dieser dicken Fasern.[3]

Auf den ersten Anblick, und wenn man nur diese Querschnittsbilder sieht, ist man in der That versucht, diese auffallenden Querschnitte mit dem Vorkommen morphologisch verschiedener Fasern in Zusammenhang zu bringen. Vergleicht man jedoch mit diesen Querschnitten entsprechende Längsschnitte, so findet man wieder in einer Vertheilung, die dem Vorkommen der dicken Fasern am Querschnitte entspricht, Verdichtungsknoten von verschiedener Form und Ausdehnung. Sie zeigen vielfach ein grob längsstreifiges Aussehen und setzen sich oft scharf gegen die normale Faser ab. An dieser Grenze sieht man häufig die Muskelsäulchen deutlich getrennt (Fig. 38) in eine fibrilläre Streifung übergehen, als ob hier die in der normalen Faser in Fibrillen aufgelösten Muskelsäulchen zu homogenen verdichtet wären. Die anstossenden quergestreiften Faserabschnitte zeigen oft eine Veränderung, als ob hier die quergestreifte Substanz in Unordnung gerathen wäre. An den Verdichtungsknoten selbst ist eine Querstreifung nicht wahrnehmbar, dagegen manchmal

---

1 L. c. S. 508.

2 Anat. Anz., III. Jahrg., 1888, Nr. 4 und 5, S. 126.

3 Ich konnte mich von der Identität der Riesenfasern von Kerschner und der hier beschriebenen Gebilde an einem mir gütigst zur Ansicht überlassenen Präparate überzeugen. Aus einer brieflichen Mittheilung entnehme ich als weitere, interessante Angabe, dass Kerschner das Vorkommen dieser Fasern in beiläufig 100 untersuchten Skeletmuskeln nachgewiesen hat, und zwar unterscheiden sich die Fasern bis zur Pubertätszeit durch ihr relatives Volumen deutlich von den umgebenden.

eine Anhäufung von Kernen. Dieser ganze Befund steht wieder in Übereinstimmung mit den Beobachtungen an gequollenen Trockenquerschnitten erwachsener Muskeln (Cricothyreoideus, Rectus abdominis u. s. w.) und ist ein weiterer Beleg für das häufige Vorkommen solcher Verdichtungsknoten. Ob es sich hier einfach um Verdichtungsknoten an normalen Fasern handelt, oder ob hier das Anfangsstadium eines Faserzerfalles vorliegt, muss ich vorläufig unentschieden lassen. Die Möglichkeit dieser Deutung hebe ich jedoch im Hinweis auf die Veränderung der an solche Stellen grenzenden quergestreiften Faserabschnitte und in Hinweis auf das weiter unten über frühembryonale Muskelfasern Gesagte ausdrücklich hervor.

Dieselbe Beobachtung machte ich an Schnitten durch den Triceps eines einen Tag alten Kätzchens, sowie an der Stammmusculatur eines älteren Meerschweinchenembryos (8 *cm* Scheitelsteisslänge; Flemming's Gemisch); hier traten die Verdichtungswülste durch dunklere Bräunung oder nach Safraninfärbung manchmal durch intensive Rothfärbung hervor.

Weiters liegen mir solche Riesenfasern (besser Riesenquerschnitte) bei einem 13—14 Wochen alten menschlichen Embryo in der Oberarmmusculatur und bei einem viermonatlichen Embryo in der des Vorderarms vor. Ihre Bedeutung in diesen Entwicklungsstadien der Musculatur soll im Folgenden ausführlich erörtert werden.

Ehe ich jedoch dazu übergehe, sollen hier noch einige Beobachtungen Platz finden, welche ich zunächst am Triceps junger Kätzchen gemacht, später aber an vielen Muskeln anderer junger Thiere und älterer Embryonen bestätigt gefunden habe. Die erste betrifft die Längstheilung von Muskelfasern, welche weder zu Nerven in näherer Beziehung stehen, noch von einer kern- und gefässreichen, concentrisch geschichteten Bindegewebsscheide umschlossen werden. Ohne auf die Frage der Längsspaltung, die in der Literatur einen breiten Raum einnimmt, näher einzugehen,[1] hebe ich nur hervor, dass eine solche jetzt unzweifelhaft als wichtiger Factor beim Dicken-

---

[1] Man sehe darüber die Zusammenstellung bei Felix, Zeitschr. f. wiss. Zool., 48. Bd., 1889, S. 225.

wachsthum der Muskeln anerkannt wird, seit Weismann [1] zuerst nachdrücklich darauf verwiesen hat.

Die bezüglichen Angaben von Kölliker,[2] von Franque [3] und Felix [4] beschränken diese Längsspaltung jedoch auf die Muskelspindeln, welche sie demnach nur als Entwicklungsstadien von Muskelbündeln angesehen haben wollen, während neuere Angaben eine solche Bedeutung der strittigen Gebilde sehr unwahrscheinlich machen oder direct in Abrede stellen.

Bei diesem Stande der Dinge scheint mir der neuerliche Nachweis von Längstheilung gewöhnlicher Muskelfasern von Interesse. Diesen konnte ich durch die Untersuchung zahlreicher Muskeln erbringen, und verweise ich auf die Figuren 49, 51—54, Taf. VI. Wie aus dem Folgenden ersichtlich, finden sich diese Längsspaltungen an besonderen Stellen und bei jungen Thieren besonders häufig; dass sie aber auch noch im Erwachsenen vorkommen, wenn auch selten, davon gibt Fig. 52, Taf. VI, ein Beispiel, welches die Spaltung einer Muskelfaser aus dem Wadenmuskel eines Justificirten illustrirt. Bemerkenswerth ist, dass bei dieser Spaltung die Spaltproducte wieder innenständige Kerne erhalten können (Fig. 54, Taf. VI), also noch weiter spaltungsfähig bleiben, oder dass die Kerne (bei Säugethieren) dabei an die Oberfläche gelangen, wodurch die Faser ihre Spaltungsfähigkeit normalerweise verliert. Dass dies letztere oft unterbleibt, beweisen die zahlreichen Fälle von innenständigen Kernen in ausgebildeten Säugethiermuskeln.

Was die zweite Beobachtung anlangt, so fand ich an Querschnitten durch den Triceps einer 12 Tage alten Katze knapp unter der Fascie eine ganz schmale Zone von kernreichem Gewebe, in welcher vereinzelt oder in Gruppen von drei bis fünf Muskelfasern von grossen Kaliberdifferenzen vorkommen. Sie zeigen durchschnittlich einen geringeren Entwicklungsgrad als die bereits in die Bündelanordnung des darunter gelegenen Muskels aufgenommenen, fallen vielfach durch ihre

---

[1] Zeitschr. f. rat. Med., Bd. X, 1860, S. 263.

[2] Handbuch der Gewebelehre, VI. Aufl., 1889, S. 404.

[3] L. c.

[4] L. c.

Dünnheit und zumeist axenständige Kerne auf. Viele befinden sich in Längsspaltung (Fig. 51, Taf. VI).

Noch viel ausgesprochener war diese Erscheinung an den analogen Stellen eines neugeborenen Kätzchens. Da findet man zwischen Fascie und Muskel (Fig. 50, Taf. VI) einen weiteren, von lockerem, kernreichem Gewebe erfüllten Spaltraum, in dem oft ganz vereinzelt eine dicke Muskelfaser liegt; daneben aber Gruppen von Faserquerschnitten, welche auffallend grosse Kaliberdifferenzen, vielfach centralständige Kerne und Gruppirungen zeigen, welche deutlich auf ihre Entstehung aus Längsspaltung einer Faser hinweisen (Fig. 53, Taf. VI). Übrigens findet man an diesem Muskel das Nebeneinanderliegen von dünnsten und dickeren Fasern in der eigenthümlichen Anordnung, als ob sie Spaltungsproducte wären, auch in den tieferen Partien des Muskels, dagegen auffallenderweise keine Muskelspindeln, während solche im Triceps des 12 Tage alten Kätzchens (desselben Wurfes) sehr zahlreich vorkommen.

Zur Klarheit über die Bedeutung der hier geschilderten Verhältnisse kam ich erst durch die Beobachtung an der Rückenmusculatur eines älteren Eichhörnchenembryos (7 *cm* Sch. St. Länge). An Querschnitten durch dieselbe in der Höhe der oberen Brustapertur und tiefer sieht man die untere Fläche des Cucullaris von dem darunter liegenden Muskel durch eine Fascienanlage getrennt. Die Grenze der beiden Muskeln gegen dieselbe ist noch keine scharfe, dagegen zeigen die Muskelfasern hier zum Theil eine ganz auffällige Dickenzunahme, so dass ihr Durchmesser den der in der Masse des Muskels gelegenen Fasern um das Zwei- bis Dreifache übertrifft.

Ich habe in Fig. 49, Taf. VI eine Partie aus der Grenzzone zwischen unterer Fläche des Cucullaris *(M)* und Fascienanlage *(F)* skizzirt; die Fasern genau nach ihrer Lage, das Zwischengewebe nicht gezeichnet. Diese Fasern befinden sich nun zumeist in Längsspaltung, entweder median *(b)* oder lateral *(c)*, wobei das seitliche Spaltungsproduct gewöhnlich homogen erscheint, am Querschnitt wie eine Calotte der alten Faser aufsitzt, welche deutliche Felderung zeigt. Am weitesten vorgerückt gegen die Fascienanlage, in dem zellreichen Bildungsgewebe findet man

jedoch noch ganz jungembryonale Fasern im Stadium der Fibrillenröhren mit einfachem Fibrillenkranz *(a)*.

Es handelt sich hier demnach um das Vorkommen von noch unverbrauchtem, embryonalen Muskelbildungsgewebe, welches an der Oberfläche des Muskels eine Art appositionellen Wachsthums bedingt. Die Grenze zwischen Muskel und Fascie wird erst dann eine scharfe, wenn dieses Bildungsgewebe vollkommen in Muskelfasern umgewandelt ist.

Schon in früheren Embryonalstadien, in denen die Muskelfasern noch die bekannten Fibrillenröhren mit den Achsenkernen darstellen, können wir an Querschnitten Bilder sehen, welche auf den ersten Anblick mit morphologischen Verschiedenheiten der Fasern zusammenzuhängen scheinen. Diese Bilder sind so eigenthümlich, dass ich auf dieselben hier etwas näher eingehen muss, und zwar liegen der folgenden Beschreibung die Querschnittsserie von Hals und Thorax, sowie Isolations- und Schnittpräparate von Extremitätenmuskeln eines 12—13 Wochen alten menschlichen Embryo zu Grunde, der ganz frisch, wenige Stunden nach dem Abortus in Müller'sche Flüssigkeit gebracht worden war. Die Mehrzahl der Fasern stellt am Querschnitt zierliche, meist doppelte Punktkreise dar, in deren Mitte vielfach ein Kern getroffen wird, der durch geringere Färbbarkeit in Hämatoxylin und ein oder mehrere mit Eosin sich roth färbende Kernkörperchen (Plasmosomen) von den Bindegewebskernen unterschieden ist.[1] Wenn ich die Fäserchen des Cylindermantels als »Fibrillen« bezeichne, so muss ich ausdrücklich betonen, dass ich sie durchaus nicht den Fibrillen der fertigen Muskelfaser gleichwerthig halte; vielmehr glaube ich, dass sie höheren Structureinheiten entsprechen, vielleicht Muskelsäulchen. Zu dieser Ansicht drängt die verhältnissmässige Dicke dieser primitiven Fibrillen und ihre scharfe Trennung in der Primitivröhre. Die Thatsache, dass aus einer solchen Primitivröhre durch

[1] Anmerkung. Bei einem Embryo der weissen Maus von 9 *mm* Länge finde ich in den Fibrillenröhren, wie bei Amphibien (Axolotl, Triton, Frosch) zahlreiche Fetttröpfchen von verschiedener Grösse, so dass sie an manchen Faserquerschnitten den ganzen Hohlraum ausfüllen. Ob dieses Fett nur als aufgespeichertes Nahrungsmaterial zu betrachten ist, wie ich glaube, oder mit der Bildung der interstitiellen Körnchen im Zusammenhange steht, muss ich dahingestellt sein lassen.

Längstheilung zahlreiche Muskelfasern hervorgehen, deren Durchmesser den der embryonalen Faser um das 4—10fache übertreffen, während die Dicke ihrer Fibrillen mit der der Primitivfibrillen ziemlich übereinstimmt, spricht für eine fortdauernde Differenzirung neuer fibrillärer Substanz von Seite des kernführenden Sarkoplasmas. Der Durchmesser dieser Muskelprimitivröhren schwankt zwischen 7·8—19·5 μ, beträgt im Mittel 10 μ; das Vorkommen besonders weiter Fibrillenröhren (19·5 μ), bei denen zwischen Fibrillenring und Achsenkern ein weiter Zwischenraum gesehen wird, scheint auf Reagenswirkung zurückzuführen zu sein. Zwischen diesen geschilderten Querschnitten finden sich nun in allen untersuchten Muskeln vereinzelte oder an gewissen Stellen zahlreiche Querschnitte, die ein ganz anderes Aussehen bieten und zunächst durch ein erhöhtes Lichtbrechungsvermögen und ihren bedeutenden Durchmesser auffallen. Derselbe beträgt im Mittel 19·5 μ, kann aber bis zu 25·3 μ erreichen. An Stelle des zierlichen Punktkreises oder -Ringes ist eine massige Felderung getreten (Fig. 55, Taf. VI), so dass der Faserquerschnitt schon sehr dem einer ausgebildeten Muskelfaser mit centralständigem Kern und deutlichen, aber homogenen Säulchenfeldern gleicht. Vergleicht man diese beiden Querschnittsbilder, so könnte man leicht zu der Meinung verleitet werden, dass der letztere nur ein weiter vorgeschrittenes Entwicklungsstadium des ersteren darstelle, indem sich die primitiven Fibrillen zu Muskelsäulchen verdickt haben, deren Grenzen die Reste des ursprünglichen Bildungs- oder Bindemittels darstellen. Die Vertheilung dieser compacten Faserquerschnitte scheint eine ziemlich regellose, jedoch finden sie sich an einzelnen Stellen besonders zahlreich, worauf ich später zurückkomme.

Vergleicht man mit diesen Querschnittsbildern entsprechende Längsansichten der Fasern, so entsprechen den Punktringen gleichmässige Hohlcylinder, deren Mantel von Fibrillen mit deutlicher Querstreifung gebildet wird, die besonders an Schnittenden oft als isolirte Fäserchen erkenntlich sind. Im Innern dieser Röhren liegen in wechselnden, aber stets grösseren Abständen Kerne. Zwischen diesen normalen Primitivröhren findet man aber vereinzelte oder zahlreiche Gebilde von ganz

eigenthümlicher Gestalt und grossem Formenreichthum. Im einfachsten Falle bekommt man bei Einstellung auf den optischen Längsschnitt Ansichten, die ganz an die Muskelfasern mit Verdichtungsknoten erinnern. Die Fibrillenstränge zu beiden Seiten der Achsenkerne erscheinen in kurzen Abständen durch homogene oder längsstreifige, scharf abgegrenzte Knoten unterbrochen, welche stark lichtbrechend sind, sich intensiv mit Eosin färben und die gerade Linie des Fibrillenmantels feston- oder perlschnurartig vorwölben (Fig. 56, Taf. VI). Verbunden werden diese Knoten durch normale Fibrillenabschnitte, so dass man im Kleinen Bilder erhält, die der in Fig. 4, Taf. I abgebildeten Muskelfaser aus der Hundezunge entsprechen. Innerhalb des so veränderten Fibrillenmantels, welche Veränderung nur ganz kurze oder beträchtliche Faserstrecken betreffen kann, sind die Achsenkerne fast immer näher aneinander gerückt.[1] Die Verdickung solcher Fasern ist keine nennenswerthe, nur wird man am Querschnitt verschiedene Bilder erhalten, je nachdem derselbe durch die Verdichtungsknoten oder die verbindenden, normalen Fibrillenglieder fällt. In letzterem Falle ist der Querschnitt der bekannte Punktring, in ersterem erscheinen an Stelle mehrerer Punkte homogene Felder. Diese Verdichtungsknoten können als Ringe von geringer Höhe die ganze Peripherie der Primitivröhre umgreifen oder sie betreffen nur Gruppen von Primitivfibrillen und haben dann bei geringer Längenausdehnung eine mehr cubische, bei grösserer Länge eine prismatische oder cylindrische Gestalt; es hat dann manchmal besonders an ungefärbten Isolationspräparaten den Anschein, als wäre die Faser mit glänzenden, körner- oder stäbchenartigen Einlagerungen versehen. Weiter können diese Verdichtungsstellen unter beträchtlicher Verdickung so enge aneinander gerückt erscheinen, dass sie nur mehr durch dünne Querstreifen getrennt sind. Man erhält dann den Eindruck, als wäre die Faser in eine Anzahl cubischer oder prismatischer Stückchen oder aber, wenn die

---

[1] Die Frage, ob die Veränderung in der contractilen Substanz eine Folge der Kernreihenbildung ist oder derselben vorangeht, scheint mir nicht leicht zu entscheiden, da man innerhalb eines ganz unveränderten Fibrillenmantels solche Kernreihen sehen kann, anderseits Verdichtungsknoten auch an Fibrillenröhren gesehen werden, die noch keine geschlossenen Kernreihen enthalten.

Verdichtung den ganzen Faserquerschnitt betrifft, in Scheiben zerfallen; meist aber kann man die verbindenden, normalen Fibrillenabschnitte erkennen. Einen solchen dickwandigen, quergestreiften Hohlcylinder stellt Fig. 58, Taf. VI dar. Endlich können die regelmässigen Unterbrechungen der verdichteten Stellen, welche mit der normalen Querstreifung der Fibrillen natürlich nicht gleichwerthig sind, ganz fehlen und der Fibrillenmantel der Faser erscheint auf kürzere Strecken hin in einen compacten oder längsstreifigen Knoten (Fig. 59) oder auf längere Strecken in einen ebenso beschaffenen, stark mit Eosin färbbaren Hohlcylinder verwandelt (Fig. 60). Zwei solche verdichtete Faserstücke können noch durch einen Abschnitt des normalen Fibrillenrohres verbunden sein, dessen Achsenkerne dann aber ebenfalls schon eine Kernsäule bilden, wie dies in den veränderten Röhrenabschnitten fast stets der Fall ist. Diese Kernsäule wird stets nur von einer Reihe von Achsenkernen gebildet, die meist durch ihre ovale Form und die geringere Färbbarkeit in Hämatoxylin ausgezeichnet sind. Besonders hervorheben muss ich aber das Vorkommen solcher verdichteter Muskelröhren, in denen die Kerne spindelförmig oder mannigfach gestaltet sind, intensiv mit Hämatoxylin gefärbt erscheinen und mit ihrer Längsachse quer auf die Faserachse stehen. Dabei kann jeder Kern von einem farblosen Hof umgeben erscheinen, so dass sehr eigenthümliche Bilder entstehen. (Fig. 61, Taf. VI.)

Mehrere dieser besprochenen Stadien können oft an ein und derselben Faser, im Verlaufe des normalen Fibrillenrohres beobachtet werden. Häufig jedoch endet eine normale Fibrillenröhre mit einem solchen verdichteten Abschnitt mitten im Muskelbündel, und endlich können diese veränderten Partien ohne Zusammenhang mit normalen Fasern als längere oder kürzere Bruchstücke zwischen letzteren gefunden werden. Diese Bruchstücke können noch deutlich ihre Herkunft von Röhren erkennen lassen oder eine Reihe von Formveränderungen zeigen, die man sich am besten dadurch entstanden denken kann, wenn man sich vorstellt, dass sie als unnütz gewordenes Material eingeschmolzen werden. Die ursprünglich scharfen Bruchenden werden abgerundet und man sieht dann dicke, spindelförmige Körper mit mehreren Kernen im Innern, die durch starken Glanz

und auffallende Eosinophilie ausgezeichnet sind; oder aber die Röhrenstücke zerfallen in concave Platten mit aufgewulsteten Rändern oder in kleinere cubische oder prismatische Stücke (Fig. 58, *s*, Fig. 62); an diesen kann man die Berechtigung der Vorstellung, dass hier ein Einschmelzungsprocess vor sich geht, am besten nachweisen. Um viele dieser kleineren und kleinsten Bruchstücke erscheint ein mit Eosin rosa gefärbter, protoplasmaartiger Hof, während das Bruchstück selbst, wie durch Abschmelzung seiner Ränder und Kanten unregelmässig, wurstförmig, abgerundet innerhalb desselben gelegen ist. Nicht selten findet sich in der nächsten Nähe dieser Gebilde oder seltener in denselben ein Kern, und man hat dann ganz den Eindruck, als ob man grosse, unregelmässige, protoplasmatische Zellen mit eigenthümlichen, stark lichtbrechenden oder stark in Eosin färbbaren Einschlüssen vor sich hätte. Oft kann dieser Einschluss noch den Rest einer Querstreifung zeigen, deren Bedeutung uns aus dem oben Gesagten klar ist.

Von der Fibrillenröhre mit distincten Verdichtungsknoten bis zu diesen zellenartigen Gebilden finden sich so reichlich alle Übergangsformen, dass sich die genetische Zusammengehörigkeit aller dieser Formen dem Beobachter unabweislich aufdrängt.

Vorliegenden Mittheilungen würde aber, wenigstens in Bezug auf die normalen Wachsthumsvorgänge im Muskel mit Recht wenig Bedeutung zugemessen werden können, wenn sie auf Beobachtung dieses einen Falles beschränkt wären. Um diese Verhältnisse auf ihre Bedeutung zu prüfen, war es nothwendig eine Reihe anderer Embryonen zu untersuchen. Ich bediente mich dazu der Isolationsmethode, und zwar wählte ich zum Vergleiche den Triceps des rechten Armes, von dem ich an correspondirenden Stellen Stückchen excidirte. So konnte ich dieselben Verhältnisse bereits bei einem 10 Wochen alten Embryo (Müller'sche Flüssigkeit) in der ausgezeichnetsten Weise wiederfinden; ausserdem auch noch bei einem von 11 Wochen (Alkohol), 12 Wochen (Alkohol), 13—14 Wochen (M. Fl.), 14 Wochen (M. Fl.) und 17 Wochen (M. Fl.). Bei einem 13 Wochen alten Embryo (M. Fl.) fand ich in mehreren angefertigten Präparaten immer nur eine der beschriebenen Formen, nämlich

spindelförmige Auftreibungen mit homogenisirtem Fibrillenmantel und einer Reihe quergestellter Kerne, welche Auftreibung aber an beiden Enden in normale Fibrillenröhren übergingen. Bei sechs älteren Embryonen (aus dem fünften und sechsten Monate) konnte ich nichts derartiges mehr finden.[1]

Die Befunde bei Embryonen dieses Alters, welche sich hauptsächlich auf die der Sarkolyse folgenden Neubildungsvorgänge beziehen, sollen später weiter verfolgt werden.

Fragen wir uns nach der Bedeutung dieses eigenthümlichen Vorkommens im embryonalen Muskel, so müssen wir zunächst einen Blick auf die in der Literatur bereits bekannt gewordenen einschlägigen Angaben werfen.

Gewiss wird dem Leser die theilweise auffallende Übereinstimmung meiner Darstellung und Abbildungen mit den Auseinandersetzungen von Margo und Paneth aufgefallen sein, und in Hinweis auf meine Fig. 62, Taf. VI bin ich wohl berechtigt, die zuletzt geschilderten Gebilde als identisch mit den Sarkoplasten dieser beiden Autoren aufzufassen. Ich muss allerdings hervorheben, dass ich jene charakteristischen Anhäufungen deutlich quergestreifter, gekrümmter, spindel- oder wurstförmiger Sarkoplasten, wie sie beim Frosch beschrieben werden und ich sie selbst an Präparaten von Paneth zu sehen Gelegenheit hatte, beim Menschen nicht gefunden habe; das berechtigt aber, wie ich glaube, nur zu der Behauptung, dass hier ein durch die verschiedene Stellung der betreffenden Individuen in der Thierreihe bedingter Unterschied vorliegt. Um die Übereinstimmung zwischen den Angaben von Margo und Paneth einerseits, und den meinen anderseits darzulegen, führe ich eine Reihe von

---

[1] Dagegen fiel mir an zwei Embryonen, aus dem fünften und Anfang des sechsten Monates, bei denen die Fasern bereits solide Fibrillenstränge darstellten, an allen untersuchten Präparaten auf, dass einzelne Fasern aus gestreckt verlaufenden, deutlich quergestreiften Fibrillen bestanden, während abwechselnd mit diesen, unter den gleichen Bedingungen in Fibrillen aufgelöste, wellige, undeutlich quergestreifte Fasern vorkamen. Bei einem sechsmonatlichen Embryo, dessen Fasern in ausgezeichneter Weise die Streifenfolge $Z\,i\,Q(h)\,iZ$ zeigten, konnte ich an Verdichtungsknoten den Übergang dieser Streifenfolge in eine ausserordentlich enge Contractionsstreifung wahrnehmen, abermals ein Befund, der als Querschnittsbild gedacht, das Vorkommen einer hellen, dicken Faser zwischen dünneren, dunkleren vortäuschen kann.

Beobachtungen aus der neueren Arbeit von Paneth an, der ja, mit Ausnahme zweier, allerdings principiell wichtiger Punkte, die Untersuchungen Margo's bestätiget hat.

Paneth setzt die Entstehung von Muskelfasern in Form der bekannten Fibrillenröhren und -Rinnen in Gegensatz zu der aus Sarkoplasten, und beschränkt letztere auf eine nachträgliche Neubildung von Muskelfasern im Embryo späterer Stadien und im wachsenden Thier. Dies ist eine der Abweichungen von der Darstellung Margo's, welcher sämmtliche Muskelfasern zu jeder Zeit aus Sarkoplasten entstehen lässt, wozu er nach seinen Untersuchungen, wie Paneth richtig bemerkt, nicht berechtigt war. In der Musculatur der hervorsprossenden Extremitäten von Kaulquappen fand Paneth keine Spur von Sarkoplasten, ebensowenig bei einer Reihe von Säugethierembryonen, speciell nicht beim Menschen, wovon er Embryonen von 4—13 *mm* Länge, sowie zwei Föten von 1400 und 1700 *g* untersucht hat. Übrigens legt Paneth auf diese negativen Befunde kein Gewicht, und dies mit Recht,[1] wie mich meine eigenen Untersuchungen gelehrt haben. Ich glaube diese Misserfolge Paneth's aus seiner Methode hinlänglich erklären zu können, da es mir bei Anfertigung zahlreicher Isolationspräparate nicht gelungen ist, die typischen Sarkoplasten zu isoliren, sondern nur die oben geschilderten, als Vorstadien derselben gedeuteten verdichteten Faserstücke mit Kernsäulen, auf welche Paneth seine Aufmerksamkeit nicht gerichtet hatte und die ihm daher entgangen zu sein scheinen. Ich muss da mit Barfurth[2] der Schnittmethode den Vorzug geben, da sie die Gebilde in situ erhält und nicht übersehen lässt.

Nach Paneth[3] »zeigen die Sarkoplasten, so lange sie nicht sehr in die Länge gewachsen sind, keinerlei Zusammensetzung

---

[1] Der Process, welcher zur Bildung von Sarkolyten führt, unterliegt einer gewissen Periodicität und dürfte wahrscheinlich bei verschiedenen Thieren zu verschiedenen Zeiten in vollem Gange sein, wesshalb negativen Resultaten bei einem oder dem anderen Entwicklungsstadium noch keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden kann.

[2] L. c. S. 48.

[3] Ich setze im Nachfolgenden die Angaben Paneth's unter Anführungszeichen, wenn ich sie auch nicht immer wörtlich citire.

aus Primitivfibrillen, keine Neigung in dieselben zu zerfallen«;[1] nach meiner Schilderung erklärt sich dies aus der Verdichtung der betreffenden Muskelröhrenabschnitte, d. h. die ursprünglich vorhanden gewesene fibrilläre Structur ist verloren gegangen.

»Die unregelmässige Form der Sarkoplasten bedingt es, dass ihr Aussehen bei verschiedener Einstellung ein verschiedenes ist; z. B. sieht man bei hoher Einstellung einen Kreis, bei tiefer zwei ‚Würste'; die eigentliche Form ist dann die einer dicken, nach unten gebogenen Platte.«[2]

Diese Beschreibung ist für unsere Fälle sehr zutreffend und leicht verständlich, da es sich um Röhrenbruchstücke handelt, und habe ich eine solche dicke Platte mit aufgebogenen Rändern in Fig. 62 bei *a*, abgebildet.

»Auch kurze Sarkoplasten können mit einander verwachsen; nach der Angabe Margo's, die ich bestätigen kann, finden sich nämlich unregelmässig begrenzte Stücke quergestreifter Substanz, an denen noch wellige Linien, die in ihnen und auf ihnen verlaufen, an die Verschmelzung der Sarkoplasten erinnern, aus denen sie entstanden sind.«[3]

Diese Beschreibung stimmt mit der von mir gegebenen von Faserabschnitten mit enge aneinandergerückten Verdichtungsringen. Leider gibt Paneth keine Abbildung einer solchen Faser. Wohl aber findet sich bei Margo ein Querschnittsbild (Fig. 35 *b*), welches er als Sarkoplasten im Querschnitt bezeichnet und das ganz dem Querschnitte eines solchen verdichteten Faserabschnittes entspricht, wie ich es in Fig. 55 dargestellt habe.

Als weitere Übereinstimmungen hebe ich hervor: das von Paneth betonte, vollständig gleiche, mikrochemische Verhalten der Sarkoplasten und der quergestreiften Muskelfaser (starke Eosinfärbung, Bräunung mit Osmiumsäure etc.), das stärkere Lichtbrechungsvermögen derselben, die erhaltene Doppelbrechung, das Vorkommen der kleinsten Sarkoplasten in Zellen, ein Bild, das ich allerdings anders deuten zu müssen glaube, das aber vollkommen mit meiner Fig. 62 *a*, übereinstimmt; das

[1] L. c. S. 257.
[2] L. c. S. 252, Anm. 1.
[3] L. c. S. 256.

Verhalten der Kerne zu diesen zellenartigen Gebilden: nach Paneth liegt neben und zwischen diesen Sarkoplasten, niemals in ihnen ein intensiv blau gefärbter Kern,[1] mit welcher Schilderung er abermals in Gegensatz zu Margo steht, der die Sarkoplasten selbst für kernhaltige Gebilde hielt. Endlich lassen sich noch viele Angaben Paneth's betreffs der Lage, Querstreifung etc. der Sarkoplasten ungezwungen mit meiner Schilderung in Übereinstimmung bringen. Die Ansicht Paneth's, dass die Sarkoplasten nicht innerhalb des Sarkolemms, sondern zwischen den Muskelfasern »in schlauchförmigen Räumen« vorkommen, die ebenfalls von der Margo's abweicht, ist nicht irrig, wie dies von S. Mayer und Barfurth betont wird, sondern dahin zu berichtigen, dass sie sowohl innerhalb des Sarkolemms, als ausserhalb desselben, zwischen den Muskelfasern vorkommen. Ihre Entstehung nehmen sie stets innerhalb des Sarkolemms; ist dieses jedoch zerstört, dann liegen sie in der That in Spalträumen zwischen den anderen Muskelfasern.

Wenn ich so einerseits betreffs der Schilderung der Thatsachen mit Margo und Paneth übereinstimme, wie dies ja auch S. Mayer und Barfurth thun, so muss ich mich in der Deutung derselben, wie schon aus meiner Beschreibung zur Genüge erkennlich geworden ist, entschieden auf die Seite der letztgenannten Autoren stellen, welche in diesen Sarkoplasten Zerfallsproducte der Muskelfasern sehen und sie als Sarkolyten (S. Mayer) bezeichnet haben, und zwar muss ich wie S. Mayer[2] diejenigen Bildungen, welche Paneth als die Anfangsglieder für den Neubau einer Muskelfaser aufgefasst hat, als die Producte einer bereits weit vorgeschrittenen Rückbildung ansehen.

Die Veränderungen, welche die Muskelfasern erleiden, bis sie in Sarkolyten zerfallen, hat ebenfalls zuerst S. Mayer skizzirt und die von ihnen betroffenen Fasern als sarkolytisch zerfallende bezeichnet,[3] unter welchem Titel man füglich alle von mir beschriebenen Veränderungen zusammenfassen kann. Dass bereits S. Mayer einzelne dieser Bilder gesehen hat, geht

---

[1] L. c. S. 252.

[2] Anat. Anz., 1886, S. 234.

[3] Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. VIII, 1887, S. 182.

aus seinen Beschreibungen deutlich hervor; so, wenn er sagt, dass in den sarkolytisch zerfallenden Fasern die specifische Umwandlung der quergestreiften Substanz manchmal nur auf eine bestimmte, oft nur sehr kurze Strecke der Faser beschränkt ist,[1] oder dass an manchen Stellen sich an den noch in situ befindlichen Sarkolyten eine Beziehung zu Zellen oder zellenartigen Gebilden nicht klar nachweisen lässt u. s. w. Dagegen ist S. Mayer die erste Veränderung an den Muskelfasern, welche den Rückbildungsprocess einleitet, das Auftreten von Schrumpfungs- oder Verdichtungsknoten entgangen, ein Vorgang, dem ich desshalb eine grössere Bedeutung zuschreiben zu müssen glaube, da er ein physiologischer und somit ein Beleg dafür ist, dass sich die Natur zur Einleitung von Degenerationsprocessen derselben Vorgänge bedienen kann, welche wir auch normaler Weise an der Muskelfaser beobachten.

S. Mayer lässt den Rückbildungsprocess damit beginnen, dass »zunächst das Auseinanderweichen der normal der Länge nach nebeneinander gelagerten Muskelsäulchen auftritt, so dass auch in der Längsansicht der Faser diese sonst nur am Querschnittsbilde gut hervortretende Gliederung scharf zu Tage tritt. Weiters brechen die noch immer deutlich quergestreiften Muskelsäulchen der Quere nach entzwei, wodurch die typischen Sarkolyten entstehen. Erst dann verlieren sie ihre Querstreifung und wandeln sich zu homogenen, glänzenden Gebilden um.«[2]

Das Auseinanderweichen der Muskelsäulchen kann oft sehr markant sein, wie dies meine Fig. 57, Taf. VI, zeigt; jedoch sind es, soviel ich an meinen Objecten sehe, nicht mehr die normalen quergestreiften Säulchen, sondern schon mit Verdichtungsknoten versehene, oder auf längere Strecken hin verdichtete. Das Zerbrechen der Quere nach findet dann immer zwischen zwei Verdichtungsknoten statt, in jener hellen, oft kaum mehr wahrnehmbaren Linie, welche von der Verdichtung frei bleibt. Auch sind es nicht immer nur einzelne Muskelsäulchen, sondern oft mehrere oder der ganze Faserquerschnitt, welcher dann einen Verdichtungsring darstellt und beim Zer-

---

[1] Ebendort.

[2] Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. VIII, 1887, S. 184 u. f.

brechen isolirt wird. Was die weitere Vorstellung S. Mayer's betreffs der Umwandlung des quergestreiften Sarkolemmainhaltes in amöboide Zellen anlangt, so gestatten es mir meine Beobachtungen nicht, näher auf dieselben einzugehen. Hervorheben will ich nur als mit den von mir beobachteten Thatsachen in Übereinstimmung, dass S. Mayer bemerkt:[1] »Wird in das Abklüftungsproduct ein Kern einbezogen, so entsteht eine wirkliche Zelle; es kann aber auch der Kern fehlen, in welchem Falle dann nicht wohl von einer Zelle die Rede sein kann. Letztere Gebilde haben möglicherweise nur eine ganz kurze, selbständige Existenz.«

Ich kann in diesen Gebilden, wie ich sie in Fig. 62, a, a_1 veranschaulicht habe, nur Einschmelzungsproducte von Bruchstücken eigenthümlich veränderter, quergestreifter Substanz sehen, um welche eben durch den Einschmelzungsprocess ein protoplasmaartiger Hof entsteht. Keinesfalls sind diese Gebilde Leukocyten, dagegen spricht bei vielen ihre Grösse und der Mangel eines Kernes. Damit befinde ich mich mehr in Einklang mit Barfurth,[2] der die Sarkolyten als Gerinnungsproducte der quergestreiften Substanz auffasst, die innerhalb des Sarkolemms in grössere und kleinere Bruchstücke zerfällt und dann einer Verflüssigung anheimfällt. Wenn an seinen Präparaten die Zellen oder zellenartigen Körper, an oder in denen die Bruchstücke liegen, nicht hervortraten, so steht dies nicht in Widerspruch mit den Beobachtungen S. Mayer's und den meinen, sondern erklärt sich dadurch, dass ihm das nächstfolgende Stadium vielleicht infolge der Methode entgangen ist. Jedenfalls ist aber die Möglichkeit vorhanden, die schon durch die ersten Beobachtungen Metschnikoff's[3] zur Gewissheit

---

[1] Zeitschr. f. Heilkunde, VIII. Bd., 1887, S. 186.

[2] L. c. S. 49.

[3] Untersuchungen über die mesodermalen Phagocyten einiger Wirbelthiere. Biolog. Centralbl., Bd. 3, 1883/84. — Da Metschnikoff jetzt einen ganz anderen Standpunkt vertritt (s. u.), so citire ich die betreffende Stelle (S. 561): »Nur an einigen Larven von *Bombinator* konnte ich die Vorgänge im unversehrten Schwanze beobachten und dabei constatiren, dass im Beginne der Metamorphose neben einigen Schwanzmuskeln amöboide Zellen sich anhäufen, welche allmälig ganze Stücke von Primitivbündeln umwickeln, um sie dann vollständig aufzufressen«.

geworden war, dass kleinste Bruchstücke später von Leukocyten aufgenommen werden, und kann ich da nur S. Mayer beistimmen, wenn er sich gegen den von Barfurth[1] erhobenen Einwurf, dass bei der Präparation des frischen Materials nach S. Mayer's Verfahren die Sarkolyten in die Leukocyten gelangen, verwahrt.[2] In einer neueren Arbeit[3] hat Barfurth seine Ansicht übrigens dahin modificirt, dass er sagt: die Leukocyten betheiligen sich am Zerfalle der Muskeln in untergeordnetem Masse als Phagocyten, zerfallen aber bald selber.

Von grösstem Interesse sind in der Beurtheilung dieser Frage die neuesten Arbeiten von Loos,[4] Bataillon[5] und Metschnikoff,[6] auf welche ich auch später noch zurückkommen werde. Hier mögen nur jene Anschauungen erörtert werden, welche sich auf die letzten Schicksale und die Natur der Sarkolyten und speciell auf ihre Beziehungen zu den Leukocyten und Phagocyten erstrecken.

Loos spricht schon in seiner ersten Mittheilung auf das Bestimmteste aus, dass die Muskeln des Batrachierschwanzes selbstständig zerfallen und ohne Beihilfe der Leukocyten durch die Leibesflüssigkeit allein verdaut werden. Er konnte weder im Schwanze lebender Larven, noch an Isolationspräparaten eine active Theilnahme der Leukocyten am Muskelzerfalle im Sinne von Metschnikoff wahrnehmen. Nach Zählungen, welche Loos an Isolationspräparaten angestellt hat, machen

---

[1] L. c. S. 48, Anm. 2.

[2] Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. VIII, 1887, Bd. 186.

[3] Zur Regeneration der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 480.

[4] Über die Betheiligung des Leukocyten an dem Zerfall der Gewebe im Froschlarvenschwanze während der Reduction desselben. Ein Beitrag zur Phagocytenlehre. Habilit. Schr. Leipzig 1889. — Über Degenerationserscheinungen im Thierreich, besonders über die Reduction des Froschlarvenschwanzes und die im Verlaufe derselben auftretenden histolytischen Processe. Gekrönte Preisschrift der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig, Nr. X, 1889.

[5] Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures. Annales de l'université de Lyon. T. II, fasc. I, 1891, p. 45—62.

[6] Metschnikoff et Soudakewitsch, La phagocytose musculaire etc. I. part: Atrophie des muscles pendant la transformation des batraciens, par E. Metschnikoff. Annales de l'institut Pasteuer, 1892.

weitaus die grösste Masse die freien Sarkolyten aus (90—96%), während auf Sarkolyten mit Plasmasaum ohne Kern 4—6%, auf solche mit kernführendem Plasmasaum 3% entfallen. Dieser Plasmasaum zeigt keine beweglichen Fortsätze, und der allenfalls enthaltene Kern ist durch seine groben Chromatinkörner leicht von einem Leukocytenkern zu unterscheiden Diese beiden letzten Formen sucht Loos aus der Sarkolyse junger, mit einer Mantelschicht von Sarkoplasma versehener Muskelfasern zu erklären. Einen verschwindenden Bruchtheil bilden dann echte Wanderzellen, die Muskelbruchstücke in ihr Inneres aufgenommen haben.

Diesen Standpunkt hält Loos auch in seiner Preisschrift aufrecht, wenn er auch an einer Stelle (S. 71) erwähnt, dass sich Leukocyten mit eingeschlossenen Muskelbruchstücken nicht zu allen Zeiten, oft aber in gar nicht unbeträchtlicher Zahl finden, niemals aber auch nur annähernd in solcher Menge, wie die freien Sarkolyten.

Hier macht Loos auch weitere Angaben über die Morphologie und Endschicksale der Sarkolyten. Die bizarr und unregelmässig geformten Kerne, die ihren Muskelfragmenten dicht, fast ohne Protoplasma aufliegen, welche auch Paneth vortrefflich abgebildet hat, rühren aus der Substanz des Muskels her, bei deren Quellung, die dem Zerfall vorausgehen soll, sie als feine Fäden in die entstehenden Risse und Spalten hineingedrängt werden. Die grossen regelmässigen Kerne sollen Mantelkerne sein und daher stets in reichlichem Protoplasma gefunden werden. Die Sarkolyten gehen an Ort und Stelle ihrer Auflösung und Verflüssigung entgegen, und läuft dieser Auflösungsprocess, den Loos am lebenden Object beobachtet hat, in verhältnissmässig kurzer Zeit ab. Die umhüllten Sarkolyten erklärt Loos auch hier wieder als Zerfallsproducte junger Muskelfasern und verwahrt sich auf das nachdrücklichste gegen eine Verwechslung der umhüllten Sarkolyten mit Leukocyten oder Phagocyten. Daneben beschreibt er aber auch in conservirten Präparaten freie Sarkolyten mit einer einfachen linienförmigen Umhüllung, einem hellen Saum, für die er eine andere Entstehungsweise möglich hält, die desshalb von Interesse ist, weil sie an die Vorgänge bei Entstehung von Schrumpfcontrac-

tionen, wie sie Exner[1] an lebenden normalen Fasern beschrieben hat, erinnert. Die der Auflösung entgegen gehenden, aber noch nicht in Sarkolyten zerfallenden Muskeln zeigen an frischen Zupfpräparaten eine Ausscheidung hyaliner Protoplasmatropfen, welche nicht zusammenfliessen. »Möglicherweise lässt sich auch ein Theil der einfach linienförmigen Umhüllung der freien Sarkolyten im conservirten Zustande auf diese Verhältnisse zurückführen.«[2] Demnach ist Loos der Ansicht, dass jene Tropfen und die hellen Säume der Sarkolyten eine und dieselbe Bildung sind: »Derivate des Zellprotoplasmas, die jetzt in Folge der Reduction von demselben abgegeben werden und, nachdem sie in der Leibesflüssigkeit in Lösung übergegangen, als Nährstoff für die wachsenden Organe fungiren.«[3]

Nach Bataillon findet der Zerfall ebenfalls zunächst innerhalb des Sarkolemms vollkommen unabhängig von fremden Elementen statt; erst wenn das Sarkolemm seine Continuität aufgibt, beginnt eine Einwanderung der Leukocyten und in späteren Stadien findet man alle Sarkolyten mit wenigen Ausnahmen eingeschlossen in abgegrenzte und kernhaltige Elemente. In der Mehrzahl der Fälle sieht man die ganze Stufenleiter von Zwischenstadien zwischen freien weissen Blutkörperchen und solchen, die Sarkolyten eingeschlossen haben. Damit steht Bataillon also in Gegensatz zu Loos, dessen oben mitgetheilte Statistik er auch einer Kritik unterzieht. Nach Bataillon ist die Differenz zwischen seinen Angaben und denen von Loos auf die Methode des Letzteren zurückzuführen: einerseits können durch die Isolirmethode mehr freie Sarkolyten erzeugt werden, anderseits ist die Paraffinmethode nicht geeignet, die zarten Contouren erkennen zu lassen. An Flemming-Präparaten in Glycerin treten die Dinge aber scharf hervor, und solche Präparate würden genügen, Loos von einem Process zu überzeugen, den er nie gesehen zu haben vorgibt: »des leucocytes enveloppant des fibres musculaires, soit à l'état

[1] L. c.

[2] S. 66.

[3] S. 69.

normal, soit sur le point de dégénérer, soit divisées déjà en fragments des diverses tailles.«[1] Amöboide Beweglichkeit hat Bataillon an diesen Gebilden übereinstimmend mit S. Mayer beobachtet, und ist da besonders der Befund von Muskelbruchstücken in Capillaren hervorzuheben. Wenn die Leukocyten die riesigen Sarkolyten verdaut haben, gehen sie zu Grunde unter auffallenden Degenerationserscheinungen.

Obwohl nun Bataillon gegen Loos nachweist, dass die Leukocyten eine active Rolle bei der Sarkolyse spielen, so hebt er doch anderseits hervor, »que les leucocytes ne viennent pas dévorer les faisceaux musculaires et engendrer l'histolyse, puisque l'histolyse commence avant leur invasion.... Il peut se faire, que la substance musculaire soit complètement altérée, transformée en une masse irrégulière, homogène et réfrigente, sans qu'on observe des leucocytes au contact. En somme, nous ne pouvons considérer les globules blancs comme les agents essentiels de l'histolyse; la phagocytose active est nettement caractérisée, mais elle n'intervient que d'une façon irregulière et comme un facteur accessoire.«[2]

In directem Gegensatze mit diesen Ansichten — mit Ausnahme der von S. Mayer — steht die Anschauung, welche Metschnikoff in seinen neuesten Mittheilungen vertritt. Nach seinen Beobachtungen an Froschlarven wird die contractile Substanz (Myoplasma) von einem Bestandtheile der Muskelfaser selbst, nämlich vom gewucherten Sarkoplasma und den Muskelkernen zur Auflösung gebracht. »Le sarcoplasma avec les noyaux se différencie en un certain nombre des cellules, qui se trouvent placées au milieu des fibrilles.«[3] Diese Zellen senden Fortsätze zwischen die Fibrillen und lockern die Muskelbündel.

Weiter umhüllen diese sarkoplastischen Zellen Bruchstücke des Myoplasma und die ganzen Muskelfasern wandeln sich um in eine Masse von Phagocyten, welche in ihrem Innern die gestreifte Muskelsubstanz einschliessen.

---

[1] L. c. S. 53.

[2] L. c. S. 58.

[3] L. c. a. S. 5.

Diese Muskelphagocyten stammen also vom Sarkoplasma mit den Muskelkernen, welche in einen Zustand beträchtlich erhöhter Thätigkeit gerathen und haben genetisch durchaus nichts mit Leukocyten zu thun. »Ni la dislocation des fibrilles, ni la formation des tronçons myoplasmiques ou sarcolytes, ne se produisent jamais spontanément sans le concours actif des phagocytes musculaires.«[1]

Aus der im Anschlusse an diese Arbeit Metschnikoff's entstandenen Controverse zwischen Bataillon[2] und Ersterem[3] hat sich keine Verständigung zwischen beiden Autoren ergeben. Während Bataillon die Richtigkeit der thatsächlichen Beobachtungen Metschnikoff's vollkommen anerkennt, mit Ausnahme des von ihm betonten Zugrundegehens der Muskelkerne und der Veränderung des Sarkolemms vor dem Eintritt der Phagocytose, besteht er darauf, dass es sich zwischen ihm und Metschnikoff nur um einen Unterschied in der Auslegung handelt. Dies bestreitet Metschnikoff; nach ihm handelt es sich in der That um ganz verschiedene Thatsachen. Dass Bataillon diese nicht richtig erkannt, hat nach Metschnikoff seinen Grund in der Methode von Bataillon: er hat die Flemming'sche Lösung — »ein sehr schlechtes Mittel zum Studium der Muskelatrophie« — und keine Doppelfärbung angewandt, ein Vorwurf, dem ich keine entscheidende Bedeutung zumessen kann.

Mit Bataillon scheint es auch mir bedenklich, in einer so heikligen Frage eine allzu bestimmte Meinung auf Grund unserer Methodik auszusprechen; histogenetische oder histolytische Vorgänge aus einzelnen Bildern zusammenzustellen ist immer misslich. Die einzelnen Bilder mögen vollkommen übereinstimmend und richtig beschrieben sein, ihre Aneinander-

---

[1] L. c. S. 6.

[2] A propos du dernier travail de M. Metschnikoff: Sur l'atrophie des muscles pendant la transformation des Batraciens. Compt. rend. de la société de biologie, No. 9, 1892, p. 185. — Quelques mots sur la phagocytose musculaire à propos de la réponse de Metschnikoff à ma critique. Ebendort, Nr. 13, 1892, S. 283.

[3] Réponse à la critique de M. Bataillon au sujet de l'atrophie musculaire chez les Têtards. Ebendort, No. 11, 1892, p. 235.

reihung zum physiologischen Vorgang ist immer etwas subjectives. Die Auslegung, für welche die meisten Thatsachen sprechen, wird uns die wahrscheinlichere sein. Demnach müssen wir, wie Bataillon betont, nach neuen Thatsachen suchen. Als solche müssen die oben angeführten Beobachtungen am Menschen gelten. Dieselben scheinen mir auch eine Vermittlung zwischen denen von Loos und Bataillon zu ermöglichen, indem ich mit Letzterem die meisten Sarkolyten nicht frei, sondern eingeschlossen finde; allerdings nicht in Leukocyten, aber von einem protoplasmaartigen Saum, den ich für durch den Einschmelzungsprocess der contractilen Substanz entstanden halte, indem ich mit Loos der Ansicht bin, dass die Sarkolyten in den von mir beschriebenen Stadien durch die »Leibesflüssigkeit« allein aufgelöst oder verdaut werden. Ich hebe ausdrücklich hervor, dass dies nur für das besprochene Stadium der hohlen Muskelfasern gilt. Bei der Sarkolyse fertig entwickelter Fasern, wobei es sich um die Fortschaffung eines viel grösseren Materiales handelt, dürfte den Phagocyten eine bedeutende Rolle zufallen, und dann wird die Auffassung Bataillon's zu ihrer vollen Berechtigung gelangen Ich halte überhaupt viele Differenzen in dieser Frage dadurch entstanden, dass verschiedene Beobachter verschiedenes Material und verschiedene Stadien zur Untersuchung vor sich hatten; dass sich das Bild der Sarkolyse mit diesen Factoren ändert, steht ausser jedem Zweifel, wie auch aus den interessanten, weiter unter zu erwähnenden Beobachtungen an Wirbellosen von Kowolewski und Korotneff[1] hervorgeht.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu unseren sarkolytischen Fasern zurück.

Die eingehendste und zutreffendste Schilderung derselben finden wir bei G. Born[2] und Felix.[3] Die Arbeit Born's aus dem Jahre 1873, welche leider ohne Abbildungen ist, scheint wenig beachtet worden zu sein, bis Felix in jüngster Zeit

[1] Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. VIII, 1887, S. 186.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der quergestreiften willkürlichen Muskeln der Säugethiere. Inaug.-Diss., Berlin. 1873.

[3] Über Wachsthum der quergestreiften Musculatur nach Beobachtungen am Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 48. Bd., 1889.

wieder auf dieselbe aufmerksam gemacht hat; speciell für unseren Gegenstand ist dieselbe von grosser Wichtigkeit, da sie viele unserer beim Menschen gemachten Beobachtungen auf für Thiere zutreffend zeigt. Vergleicht man die Schilderung, welche Born S. 38 u. f. von den Muskelfasern eines $5^1/_4$ *cm* langen Schweineembryo gibt und seine weiteren Beobachtungen an älteren Embryonen mit meiner Darstellung, so wird man von der Übereinstimmung überrascht sein, um so mehr, da Born nach einer ganz anderen Methode (Isolation und Carmin- oder Carmin-Anilinfärbung) gearbeitet hat. Diese Übereinstimmung spricht aber für eine Verbreitung und Wichtigkeit dieses Vorkommens, der bisher nicht die gebührende Aufmerksamkeit gewidmet worden ist.

Ich muss es mir versagen, hier näher auf die ausführlichen Darstellungen Born's einzugehen; nur einige Punkte, als besonders charakteristisch, seien hier angeführt.

Nach Born zeigt sich die helle Substanz gewöhnlicher, noch kaum quergestreifter Fibrillenröhren — bei verschiedenen Thieren ungleich häufig, in manchen sehr spärlich, in anderen so zahlreich, dass fast die Hälfte aller Fasern die zu beschreibenden eigenthümlichen Veränderungen zeigen — in Abständen von wenigen μ durch Einschaltungen äusserst stark lichtbrechender Körnchen oder Stäbchen unterbrochen, die meist nebeneinandergereiht als $^1/_2$—2—3μ breite Ringe oder Halbringe scharf hervortreten und über den Rand der Faser etwas hinausragen. »...An breiten Ringen deutet eine schattige Längsstreifung häufig die Entstehung aus einzelnen Stäbchen an. ...An den gefärbten Präparaten erscheinen dieselben glänzend purpurroth gefärbt.... Bald sind Ringe und Körner nur sehr vereinzelt, bald so dicht gedrängt, dass die Contour der Faser wie gekerbt erscheint.... Stellenweise fliessen die glänzenden Massen zu einem Mantel zusammen, der entweder die granulirte, breite Mittelfaser mit ihren (dichtgedrängten) Kernen ganz umfasst, oder aus einem Schlitze herausschauen lässt.... Diese Gebilde erweisen sich von unerhörter Breite (12—17 μ).... Die zuerst beschriebenen Formen bilden meist einfache Verlängerungen ebenso schmaler Fasern, die übrigen setzen in der Regel als starke bis sechsfache Verbreiterungen

ein.... Oft sieht man ein schmales, gewöhnliches Stück nach beiden Seiten hin in zwei viermal so breite, glänzende Kernreihenfasern übergehen, oder eine solche läuft umgekehrt in zwei schmale, quergestreifte Enden aus.«

Dies wird genügen, um zu zeigen, dass Born bei Thierembryonen dieselben Gebilde vor sich gehabt hat, wie ich bei menschlichen.[1] Die letzten Formen dieser Reihe — die kleinsten zur Resorption gelangenden Bruchstücke der contractilen Substanz — sind ihm jedoch wohl infolge seiner Methode entgangen. Desshalb, und weil man damals überhaupt noch nichts von einer Rückbildung von Muskelfasern im normalen, wachsenden Muskel wusste, bringt Born diese Gebilde mit einer rascheren Ernährung und plötzlicherem Wachsthum in Zusammenhang und nimmt eine Rückbildung dieser umgewandelten Formen zu gewöhnlichen an.

Einen wichtigen Schritt weiter geht Felix, obwohl auch er nicht die letzten Consequenzen aus den von ihm richtig beobachteten Thatsachen gezogen hat. Bekanntlich scheidet Felix die Fasern mit Kernreihen in zwei scharf getrennte Gruppen: Erstens die der Weismann'schen Fasern, welche ausschliesslich der Vermehrung der Muskelfasern dienen, und zweitens eine Gruppe, die nur durch eine Kernreihe charakterisirt ist; die Beschreibung dieser letzteren passt auf die von mir beschriebenen Formen mit stark färbbaren, quergestellten Kernen. Diese zweite Gruppe theilt Felix wieder ein *a)* in wachsende, *b)* in zerfallende Fasern. Er selbst hat anfangs sämmtliche Fasern in dieser Gruppe für untergehende gehalten, aber die ungeheuere Menge, welche er bei einem $2^1/_2$monatlichen Embryo vorfand, so dass häufig sämmtliche Fasern eines Muskels diese Kernreihen zeigten, liessen ihm diesen Gedanken als absurd erscheinen. Er findet solche Fasern mit auffallender Regelmässigkeit an den Enden der Muskeln (vorzüglich Sehnenenden).

[1] Ich selbst habe diese sarkolytischen Fasern auch noch in der Kaumusculatur von $6^1/_2$, $7^1/_2$ und $12^1/_2$ *cm* langen Schafembryonen in ganz denselben Formen wie beim Menschen gefunden. Übrigens hat Born selbst nach Einsichtnahme in meine auf der letzten Anatomenversammlung in Wien (siehe die Verhandlungen) demonstrirten Präparate die Identität der von ihm beschriebenen Gebilde mit den hier beschriebenen bestätigt.

»Wenn sämmtliche Fasern eines Muskels an ihren Enden eine derartige Kernvermehrung aufweisen, so kann das nur durch die Annahme erklärt werden, dass gerade an diesen Stellen ein besonderes Längenwachsthum stattfindet.«[1]

»Zwischen den vollkommen in den Rahmen der zweiten Gruppe passenden Fasern und völlig in Zerfall begriffenen lassen sich alle Übergänge auffinden.«[2] Als besonders charakteristisch hebe ich aus dieser Beschreibung hervor, dass die Kerne in einzelnen Fasern nicht mehr gleichmässig gefärbt, sondern hell erscheinen, sich der runden Form nähern, so dass von einer Querstellung nicht mehr gesprochen werden kann. Endlich erscheint die Mantelzone wie eingebrochen, die Risse gehen vom Rand gegen den centralen Hohlraum, kommen einander von beiden Seiten entgegen... endlich zerfällt die Stelle in bald rundliche, bald langgestreckte Bruchstücke. In die Spalten schieben sich Wanderzellen ein und bleiben bei dem Zerfalle an den Bruchstücken haften; man bekommt so das Bild der von Paneth neu beschriebenen Sarkoplastenzellen, nur dass die Querstreifung fehlt.

Zu dieser Gruppe rechnet er auch die Fasern Born's, zu dessen citirten Beobachtungen er an einer Stelle bemerkt: »Von seinen Einlagerungen konnte ich mich weder auf Schnitten, noch an isolirten Präparaten überzeugen, beim Menschen sind solche Dinge entschieden nicht vorhanden.«[3] Dieser Behauptung muss ich meine Beobachtungen am Menschen gegenüberhalten; die glänzenden Einlagerungen, Stäbchen, Körner oder Ringe Born's sind nichts anderes, als die Verdichtungsknoten an einzelnen Primitivfibrillen oder Gruppen von solchen, deren auffallend starkes Lichtbrechungsvermögen ich hervorgehoben habe.

Es ist wohl denkbar, dass diese Verhältnisse Felix, welcher nur einen Embryo dieses Stadiums untersucht hat, entgangen sind; vielleicht lag der Grund auch in der Methode. An Paraffinschnitten durchfärbter Objecte ist die Beobachtung

---

[1] L. c. S. 251.

[2] L. c. S. 253.

[3] L. c. S. 253.

dieser Bilder bedeutend schwerer, während die Eosinfärbung an Celloidinschnitten die Dinge mit wünschenswerther Klarheit zeigt.

Schliesslich muss ich auf die Befunde von Mingazzini[1] an den Muskeln von Torpedoembryonen verweisen, welche sich theilweise vollkommen mit den Beobachtungen an menschlichen Embryonen decken. Seine »punti di accrescimento terminali und intercalari« sind nichts anderes, als unsere sarkolytischen Fasern, wie aus Beschreibung und Abbildung (vergl. besonders seine Fig. 3 mit meinen Fig. 57 und 61, Taf. VI) hervorgeht.

Ein oder das andere Stadium sarkolytischer Fasern finden wir in verschiedenen Abhandlungen über die Entwicklung der quergestreiften Muskelfasern beschrieben oder abgebildet; am meisten mussten die Kernreihen auffallen, und solche finden wir schon bei Schwann,[2] Savory,[3] Moritz,[4] Clarke,[5] Bremer[6] u. A. abgebildet.

Manche Analoga finden sich auch in den zahlreichen pathologisch-anatomischen Arbeiten über Rückbildung und Neubildung der quergestreiften Muskelfasern, welche zum Theil in den Arbeiten von Arnold, Barfurth und Felix angeführt werden.

Aus den bisher mitgetheilten Beobachtungen geht das eine mit Sicherheit hervor, dass in frühen Embryonalstadien (beim Menschen zwischen der 10. Woche und dem vierten Monat) ein lebhafter und eigenthümlicher Substanzwechsel in den quergestreiften Muskeln vor sich geht, der zum Theil in einer Rück-

---

[1] Contributo alla conoscenza della fibra muscolare striata. Anat. Anz., Bd. IV, 1889, S. 742.

[2] Mikroskopische Untersuchungen etc. Berlin, 1839, Taf. IV, Fig. 1.

[3] On the development of striated muscular fibre in mammalia. Philosoph. Transact., 1855, S. 243, Fig. 8.

[4] Untersuchungen über die Entwicklung der quergestreiften Muskelfasern. Inaug.-Diss. Dorpat, 1860, Fig. 8 und 13.

[5] On the developement of striped muscular fibre in man, mammalia and birds. Quart. Journ. of microsc. science, 1862, p. 222, und 1863, p. 1.

[6] Über die Muskelspindeln nebst Bemerkungen über Structur, Neubildung und Innervation der quergestreiften Muskelfaser. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXII, 1883, Fig. 25 *A*.

bildung und Resorption von Muskelfasern besteht. Ich muss hier, auf die Gefahr hin mir den Vorwurf der Absurdität zuzuziehen, alle beschriebenen Formen, auch die mit quergestellten Kernen, für sarkolytisch erklären, und zwar desshalb, weil sich, wie Felix richtig bemerkt, zwischen den einreihigen Kernfasern mit quergestellten und stark färbbaren Kernen zu den übrigen Formen alle Übergänge finden, ja, weil ich nicht selten Kernreihen bemerken konnte, in denen ein Theil der typischen Muskelkerne Querstellung und stärkere Färbbarkeit zeigte. Da diese Querstellung der Kerne meistens mit einer Deformirung derselben einhergeht, muss ich dieselbe geradezu als eine Veränderung der typischen Muskelkerne bezeichnen, die vielleicht einem Zerfall derselben vorausgeht. Bestimmt wird sich diese Frage mit Kernfixirungsmethoden entscheiden lassen, was mit Anderem Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein soll.

Eine weitere Erwägung, warum ich sämmtliche beschriebenen Faserformen für sarkolytisch halte, ist folgende. Am reichlichsten kommen diese sarkolytischen Formen, wie ich übereinstimmend mit Felix finde, an den Ansatzstellen der Muskelfasern vor, aber nicht nur an Sehnenenden, sondern z. B. auffallend reichlich an der Insertion des Pectoralis an das Periost der Clavicula und das Perichondrium der Rippen. Überhaupt scheint es mir nach den Beobachtungen an der Serie des 12—13 Wochen alten Embryos, dass sich die sarkolytischen Fasern am reichlichsten in jenen Muskeln finden, deren Längenwachsthum durch das Auseinanderrücken der knöchernen Ansatzpunkte ein rascheres sein muss.[1] Bei diesem Auseinanderrücken kommt es zur Lösung des Muskelansatzes, was auch durch andere Beobachtungen bestätigt wird. Daher ist es erklärlich, dass oft an solchen Stellen fast alle Muskelfasern in Sarkolyse begriffen sind.

---

[1] Einzelne Muskeln überholen jedoch das Knochenwachsthum, indem sie ihre Insertionsfläche am Knochen vorschieben; ich erinnere hier vorzüglich an den Schläfemuskel und die eigenthümlichen Verschiebungen seiner Insertionsgrenzen, wie sie von Dalla Rosa (Das postembryonale Wachsthum des menschlichen Schläfemuskels etc., Stuttgart, 1886) eingehend geschildert wurden. Die histologische Untersuchung dieses Muskels wäre für unsere Frage von grossem Interesse.

Diese Sarkolyse betrifft zunächst — in diesen Stadien — die contractile Substanz. Ob die axiale Kernsäule mit ihrem Protoplasma demselben Schicksale verfällt oder ob die Kernreihenbildung eine Wachsthumserscheinung ist, kann durch meine Untersuchungen zur Zeit nicht entschieden werden; trotzdem werden sich im Folgenden triftige Gründe für die hohe regeneratorische Bedeutung dieses axialen, kernreichen Protoplasmastranges ergeben. Auch dieser Punkt soll in einer eigenen Untersuchung behandelt werden.

Dass Muskelkerne frei werden, kann kaum bezweifelt werden. Man vergleiche diesbezüglich die Fig. 16 bei Paneth und die Auseinandersetzungen von Felix, welcher speciell das Freiwerden von Achsenkernen ausser Frage stellt.[1] Auffallende Degenerationserscheinungen konnte ich an diesen Muskelkernen, die meistens eine Umhüllung von Bildungsprotoplasma beibehalten, nicht wahrnehmen. So scheint mir die Vorstellung, dass in diesen Stadien den frei gewordenen Muskelkörperchen bei der Neubildung von Fasern die Hauptrolle zukommt — in Erwägung einiger anderer Thatsachen und besonders in Hinweis auf die zahlreichen Beobachtungen anderer Autoren — volle Berechtigung zu besitzen. Als Thatsache, die für die aufgestellte Anschauung spricht, führe ich an, dass im weiteren Verlaufe der Muskelentwicklung sich zwischen den fertigen Muskelfasern eine Reihe von Gebilden vorfinden, die nur als verschiedene Entwicklungsstadien junger Muskelfasern gedeutet werden können. So erinnere ich an jene spindelförmigen, protoplasmatischen Zellen, deren Vorkommen im Perimysium internum oft beschrieben ist. Dieselben kann man sich ungezwungen aus dem Wachsthum der frei gewordenen Muskelkörperchen, bezüglich des Protoplasmas derselben erklären.[2] In diesen Gebilden haben wir dann echte Sarkoplasten vor uns, welche zum Unterschiede von den Margo-Paneth'schen von Klebs[3] und Barfurth[4] als Sarkoblasten bezeichnet werden. Durch Theilung

[1] S. 243.

[2] Vergl. bes. Mingazzini, l. c. S. 746 und Fig. 4.

[3] Die allgemeine Pathologie oder die Lehre von den Ursachen und dem Wesen der Krankheitsprocesse. Jena, 1889, S. 467.

[4] Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 454.

dieser Sarkoblastenkerne und Auseinanderrücken derselben in der Richtung der längsten Zellachse entstehen mehrkernige Protoplasmastränge, welche an ihrer Oberfläche Fibrillen differenziren, ähnlich wie dies Lwoff[1] für die Entstehung der Bindegewebsfibrillen gezeigt hat.

In der That finden wir bei älteren Stadien menschlicher Embryonen (Ende des vierten, Anfang des fünften Monats) an Stelle der sarkolytischen Fasern zwischen ausgebildeten Fibrillenröhren und schon solid gewordenen Fasern solche von frühembryonalem Typus, dünne Fasern, welche durch stellenweise eingelagerte Kerne ein varicöses Aussehen besitzen, wie sie Kölliker in seinem Handbuch, 6. Aufl., S. 401, Fig. 320 abbildet. Diese Gebilde zeigen an ihrer Oberfläche eine Fibrillenlage, die durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen vom centralen Protoplasma sich abhebt. Dort wo zwei spindelförmige Zellen mit ihren Spitzen aufeinanderstossen berühren sich die oberflächlichen Fibrillenzüge und ist kein axiales Protoplasma mehr sichtbar. Bei der Isolation können die Gebilde gerade an dieser Stelle reissen, und man hat dann echte Sarkoblasten mit peripherer Fibrillenlage vor sich. Dieser Befund ist möglicherweise auch für die Anschauung einer mehrzelligen Entstehungsweise der Muskelfaser verwerthet worden.

Dieser Vorgang, der zwar noch viel Hypothetisches an sich hat, den angeführten thatsächlichen Beobachtungen aber nicht widerspricht, kann nun einerseits zur Bildung neuer Fasern zwischen den alten führen, wie die Beobachtung aus der Faserachse zwischen die alten Fasern gerückter Kerne, beziehungsweise Muskelkörperchen und ihrer weiteren Entwicklungsstadien (einkerniger Spindelzellen, mehrkerniger Protoplasmastränge, junger Muskelfasern) lehrt; anderseits kann er zur Verlängerung der alten Fasern beitragen, wie ich dies in meiner vorläufigen Mittheilung[2] ausgesprochen habe. In diesem Falle rücken die Achsenkerne der sarkolytischen Faser, nachdem ihr contractiler Fibrillenmantel resorbirt ist, in der Faserachse auseinander und

[1] Über die Entwicklung der Fibrillen des Bindegewebes. Diese Ber., Bd. 98, Mai 1889, S. 24.

[2] L. c. S. 5.

ihr gewuchertes Protoplasma producirt, in Zusammenhang mit der alten Faser, neue Fibrillen. Für ein so gestaltetes Längenwachsthum spricht unzweifelhaft die Thatsache, dass man hie und da alte Faserstümpfe in eine solche frühembryonale Faser sich fortsetzen sieht, wie ich dies in Fig. 63, Taf. VI abgebildet habe.

Mit dieser Auffassung wären auch die oben citirten Anschauungen von Born und Felix über die Bedeutung der sarkolytischen Fasern — trotz des scheinbaren Widerspruches — in Übereinstimmung gebracht. Das Auftreten dieser sarkolytischen Fasern bedeutet in der That ein erhöhtes, energischeres Wachsthum; dabei geht aber ein Theil der Muskelfaser, der contractile Fibrillenmantel, zu Grunde.

Es möge mir gestattet sein, hier in kurzen Zügen die über den normalen Entwicklungs- und Wachsthumsvorgang der quergestreiften Muskelfasern gewonnene Auffassung zusammen zu stellen, besonders in Hinsicht auf die neueste Anschauung, wie sie hauptsächlich durch die Arbeit von Felix geschaffen wurde und in den Handbüchern von Kölliker, Schiefferdecker etc. zu Grunde gelegt erscheint.

Dabei übergehe ich die allererste Entstehung aus einzelligen Gebilden (Remak, Kölliker), welche unter Vermehrung ihrer Kerne und Differenzirung von Fibrillen im gewucherten Protoplasma zu Fibrillencylindern werden, in deren Achse ein protoplasmatischer, kernreicher Strang gelegen ist.

Die jetzt herrschende Darstellung ist kurz folgende:[1] Das Dickenwachsthum der Muskeln geht einem guten Theile nach durch unmittelbare Volumzunahme der Muskelfasern vor sich.

Die frühembryonalen Fasern erreichen ihre grösste Dicke nach Felix im dritten Monat, bis zu welchem das embryonale Bildungsmaterial immer neue Fasern liefert. Zwischen dritten und vierten Monat macht sich ein beträchtlicher Abfall in der Faserdicke bemerkbar, von da ab wieder eine Zunahme. Dieser Abfall wird erklärt durch die nun eintretende Längsspaltung der vorhandenen Fasern, und dadurch ist auch eine Vermehrung der Faserzahl bedingt, der zweite Modus der Dickenzunahme,

---

[1] Vergl. Kölliker, Handbuch, VI. Aufl., S. 403 und Felix, l. c.

welcher auch fernerhin der einzige zu bleiben scheint. Diese Längsspaltung nun geht aber nur in bestimmten Gebilden vor sich, den sogenannten Muskelknospen, welche durch Längstheilung der Weismann'schen Kernreihenfasern entstehen und identisch sind mit den Muskelspindeln, umschnürten Bündeln, neuromuskulären Stämmchen etc. der anderen Autoren. Durch Schwinden der dicken, geschichteten Bindegewebshülle, welche diese Gebilde auszeichnet, werden sie zu gewöhnlichen Muskelbündeln.

Ob beim Längenwachsthum ein bestimmtes Ende der Faser dem anderen vorausgeht, lässt Kölliker noch unentschieden, während sich Felix bestimmt dafür ausspricht und die besonders an Sehnenenden von Muskelfasern beobachteten einreihigen Kernsäulen mit einem solchen in Zusammenhang bringt.

Des sarkolytischen Processes wird nur so nebenbei gedacht.

Diese Darstellung berücksichtigt nicht erstens das innige Hand in Hand gehen und wechselseitige Bedingtsein von Zerstörung und Neubildung und zweitens die Thatsache, dass die Muskelfasern des Neugebornen noch in überwiegender Anzahl innenständige Kerne besitzen und dass sich bei älteren Embryonen, jüngeren, ja selbst noch erwachsenen Thieren unzweifelhaft Längstheilung an Fasern beobachten lässt, die weder mit einer geschichteten Bindegewebshülle versehen sind, noch zu Nerven in näherer Beziehung stehen. Wie verschwinden diese innenständigen Kerne aus der Mehrzahl der Fasern? Ich glaube unzweifelhaft durch die fortschreitende Längstheilung, welche jedoch durchaus nicht stets zur Bildung von Muskelspindeln führt.

Ich möchte demnach den Vorgang in folgender Weise skizziren: die embryonalen Fibrillenröhren nehmen an Zahl und Dicke bis beiläufig zum dritten Monate zu. In die Zeit vom 3.—4. Monat fällt eine Akme, welche einerseits in erhöhtem Längenwachsthum der Fasern durch Knospung von alten Fasern aus, deren Fibrillenmantel theilweise sarkolytisch zu Grunde gegangen ist, andererseits in der Schaffung neuen, embryonalen Bildungsmaterials durch Freiwerden von Muskelzellen aus diesen sarkolytischen Fasern, welche den Charakter von Sarkoblasten annehmen, besteht. Daraus erklärt sich die Menge junger

Fasern zwischen alten, ausgebildeten an gewissen Stellen von Muskeln 5—6 monatlicher Embryonen.

Weiterhin findet Volumszunahme und gleichzeitige Vermehrung der Fasern durch Längsspaltung statt, und solange ein Spaltproduct innenständige Kerne enthält, ist es zu weiterer Längsspaltung befähigt.

Daher das Vorkommen innenständiger Kerne auch in den Fasern erwachsener Säugethiere, welches ich, wie Knoll[1] in allen Muskeln gefunden habe. Möglicherweise bedingt das typische Vorkommen innenständiger Kerne bei niederen Thieren die höhere Regenerationsfähigkeit ihrer Musculatur. Durch diese Längsspaltung können oft Fasergruppen entstehen, welche am Querschnitt an Muskelspindeln erinnern, indem auch solche mit sehr dünner Bindegewebsscheide beschrieben worden sind. Davon sind jedoch die echten Muskelspindeln verschieden, welche nach den neuesten Darlegungen von Christomanos und Strössner,[2] sowie Kerschner[3] mit der Vermehrung der Muskelfasern nichts zu thun haben.

Sind alle Kerne durch fortschreitende Längsspaltung an die Oberfläche gerückt, dann ist die Faser normalerweise nur mehr eines Dickenwachsthums auf Kosten des Sarkoplasmas fähig. Aber auch das embryonale Bildungsmaterial scheint bis zur Geburt nicht vollständig aufgebraucht zu werden, indem man bei neugebornen und ganz jungen Thieren, besonders unter den Fascien und Aponeurosen, stets sehr junge Muskelfasern und Längstheilungen vorfindet, so dass hier gleichsam ein appositionelles Wachsthum stattfindet.

Im Anschluss und zur weiteren Stütze obiger Auseinandersetzungen mögen noch einige Angaben aus der Literatur erwähnt werden. Vor Allem steht das oben Gesagte mit dem von allen neueren Untersuchern ausgesprochenen Grundsatze in Übereinstimmung, dass die Regeneration ganz allein vom präexistirenden Muskelgewebe ausgeht. Ich verweise in dieser Hinsicht speciell

---

[1] Denkschriften, l. c. 692.

[2] Beitrag zur Kenntniss der Muskelspindeln. Diese Berichte, Bd. 100, Abth. III, 1891.

[3] Vergl. das Referat v. Ebner's, Verhandlungen der anatom. Ges. auf der 6. Vers. in Wien, 1892, S. 85.

auf Fraisse[1] und Barfurth.[2] Was insbesondere die Rolle anlangt, welche die Muskelkörperchen bei der Neubildung der Muskelfasern spielen, so sind darüber die Auseinandersetzungen Barfurth's über die Weber-Hoffmann-Kraske'sche Sarkoblastentheorie, sowie Barfurth's eigene Beobachtungen einzusehen. In den angezogenen Arbeiten, sowie bei Zaborowski,[3] Nauwerck,[4] Robert,[5] Santesson[6] findet man auch die Literatur über den Gegenstand zusammengestellt.

Besonders anführen möchte ich die ältere Darstellung Bremer's,[7] welche mit Ausnahme der Darstellung über die Beziehungen, die er zwischen den alten und jungen Muskelfasern bestehen lässt und der ich mich nicht anschliessen kann, viele mit dem von mir Gesehenen übereinstimmende Beobachtungen enthält.

Er schreibt den Muskelkörperchen eine hervorragende Rolle bei der Neubildung der Muskelfasern zu. Zunächst tritt eine Vermehrung des Protoplasmas der Muskelkörperchen ein, die Kerne theilen sich und rücken auseinander. »Durch fortgesetzte Theilung der Kerne und entsprechende Vermehrung des Protoplasmas, wobei eine Einschnürung des letzteren zwischen je zwei Kernen stattfindet, wird eine Kette von Spindelzellen hergestellt, welche nunmehr den Raum zwischen den ursprünglichen Muskelkörperchen ausfüllt. Diese Wucherung der Muskelkörperchen ist auf Kosten der contractilen Substanz bis zu einer gewissen Tiefe und Breite vor sich gegangen durch Einschmelzung derselben und, wie ich glaube,

---

[1] Die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbelthieren. Cassel und Berlin, 1885.

[2] Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 450.

[3] Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der quergestreiften Muskeln. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol., Bd. XXV, 1889, und Inaug.-Diss., Leipzig, 1889.

[4] Über Muskelregeneration nach Verletzungen. Jena, Fischer, 1890.

[5] Über Wiederbildung quergestreifter Muskelfasern. Inaug.-Diss., Kiel, 1890.

[6] Einige Worte über Neubildung von Muskelfasern und über die sogenannten »Muskelspindeln«. Verhandlungen d. biol. Vereins in Stockholm, Bd. III, H. 3, Dec. 1890. War mir im Original leider nicht zugänglich.

[7] L. c. S. 329.

Rückumwandlung derselben in Protoplasma. Es sieht nun so aus, als ob die Einschnürung des Protoplasmas und die dadurch bedingte Spindelform der jungen Muskelkörperchen nur der vorbereitende Schritt zu einer völligen Lostrennung der einzelnen Körperchen von einander wäre. Dies geschieht aber nicht;« es bildet sich ein solider Protoplasmastrang, welcher in regelmässigen Abschnitten die Muskelkerne enthält und an dessen Peripherie die Differenzirung der contractilen Substanz beginnt.

Hier ist es schliesslich auch am Platze, der Sarkolyse bei den Wirbellosen zu gedenken; beim Vergleiche derselben mit den Vorgängen bei Wirbelthieren werden wir viel Analoges, ja geradezu Gleichlautendes finden, was sich nicht nur auf die Thatsachen, sondern sogar auf die Controversen erstreckt.

Ich beschränke mich hier auf die Resultate der neuesten Arbeiten hinzuweisen, kann aber nicht umhin, hervorzuheben, dass Weismann[1] es war, der den Anstoss zur Entwicklung der ganzen Frage gegeben und auch den Ausdruck Histolyse eingeführt hat. Betreffs weiterer historischer Details sei auf die im Nachfolgenden citirten Arbeiten verwiesen.

Kowalevsky[2] hat zuerst mit aller Bestimmtheit für die Umwandlung der *Musca vomitoria* betont, dass die Larvenmuskeln sämmtlich von Leukocyten zerstört werden; »Spaltung der Muskelsubstanz in solche Stücke, die man mit Sarkoplasten oder Sarkolyten vergleichen konnte, habe ich ohne Phagocyteneinwirkung nicht gesehen«.[3] Er bezeichnet die Metamorphose der Fliegenlarven geradezu als ein Beweisobject dafür, dass der Zerfall der Muskeln wirklich von Leuko-, respective Phagocyten herbeigeführt wird. Die Muskeln des ausgebildeten Thieres werden vollkommen unabhängig von den Larvenmuskeln aus anfänglich zerstreuten Mesodermzellen gebildet.

---

[1] In seiner bekannten Arbeit: Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an *Musca vomitoria* und *Sarcophaga carnaria*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XIV, 1864, S. 187.

[2] Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 45.

[3] L. c. S. 553.

Diese Bedeutung der Leukocyten wird von van Rees[1] für dasselbe Object bestätigt, nur gehen nach diesem Beobachter nicht alle Larvenmuskeln zu Grunde, sondern drei Paar dorsale Muskeln des Flügelsegmentes bleiben unter eigenthümlichen Veränderungen erhalten und wandeln sich in die Flügelmuskeln der Imago um. Die Veränderungen bestehen in einem zeitweisen Verluste der Querstreifung (was vielleicht dem von mir als Verdichtung bezeichneten Vorgange entspricht) und einer Vermehrung ihrer Kerne (entsprechend der Kernreihenbildung); während nach Kowalevsky auch die Muskelkerne der Phagocytose anheimfallen, steht nach van Rees die Kernvermehrung zur Neubildung der imaginalen Muskeln in Beziehung, indem nach ihm sämmtliche in dem künftigen Primitivbündel gelegenen Kerne von den ursprünglichen Kernen der einstigen Larvenmuskeln abstammen.[2] Interessant in Bezug auf das von mir über die Bedeutung der Sarkolyse beim Wirbelthierembryo Gesagte ist eine Bemerkung von van Rees für die Umwandlung der Larve in die Puppe: »Die Imaginalscheiben, aus denen der Puppenthorax entstehen soll, müssen sich bedeutend vergrössern und brauchen dazu Raum; dieser wird durch die Beseitigung der degenerirten Muskelmassen vermittelst der Leucocyten sehr viel rascher frei, als wenn diese Muskeln an Ort und Stelle durch die Körperflüssigkeit aufgelöst werden würden, wenn solches überhaupt möglich wäre.«[3]

Dass dies nun in der That vorkommt, geht aus den neuesten Mittheilungen von Korotneff[4] über die Metamorphose der *Tinea*-Motte hervor. Hier sollen die Leukocyten absolut keinen Antheil an der Degeneration der Gewebe nehmen und die definitiven Muskeln sollen durch eine Reformation der Larvenmuskeln entstehen. Die Art und Weise, wie nun Korotneff Resorption und Neubildung der Muskeln schildert, bietet die grössten Analogien mit dem über dieselben Vorgänge in früh-

---

[1] Beiträge zur Kenntniss der inneren Metamorphose von *Musca vomitoria.* Zool. Jahrb., III. Bd., I. H., 1888.

[2] L. c. S. 112.

[3] L. c. S. 20.

[4] Histolyse und Histogenese des Muskelgewebes bei der Metamorphose der Insecten. Biolog. Centralbl., XII. Bd., Nr. 9 und 10, 1892. S. 261.

embryonalen Stadien beim Menschen Gesagten, wesshalb ich in Kurzem die Darstellung Korotneff's wiedergebe: Der fibrilläre Theil der Muskelfásern wird körnig und zieht sich zusammen; die Kerne vermehren sich hauptsächlich an einer Seite des Muskels und bilden schliesslich einen Kernstrang, der an der Oberfläche der Muskelfaser liegt. Zugleich schmilzt das Primitivbündel ohne jeden Antheil der Leukocyten, der Kernstrang trennt sich vom Muskelbündel und beginnt bald neue Fibrillen zu produciren.

An diese Schilderung fügt Korotneff noch einige theoretische Erwägungen, die im Wesentlichen darin gipfeln, dass er die Fibrillen als activen und daher durch beständige Function endlich einer Degeneration anheimfallenden Theil auffasst, während die Muskelzelle (Myoblast; im Original irrthümlich Mesoblast) eine passive, aber reconstruirende Rolle spielt, deren erzeugende Kraft bei der Degeneration des contractilen Theiles nichts einbüsst, sondern erstens eine Fähigkeit sich zu vermehren und zweitens eine Neigung wieder Muskelfibrillen zu erzeugen, beibehalte. Er beruft sich dabei auch auf den Einklang, in welchem diese Beobachtungen mit denen der Regeneration von künstlich zerstörten Muskeln bei höheren Thieren stehen, wobei er ebenfalls eine Theilnahme der Leukocyten an der Degeneration ausschliesst und die Myoblasten als Neubildner von Muskelfasern bezeichnet.

Diese hier mitgetheilten Beobachtungen an Wirbellosen sprechen wieder dafür, dass die Sarkolyse zwar ein principiell feststehender Vorgang in der organischen Entwicklung des Thierkörpers ist, zeigen aber auch deutlich, dass im Einzelnen grosse Verschiedenheiten bestehen, die es nicht gestatten, Beobachtungen an einem Objecte ohne weiteres auch als für andere geltend hinzustellen.

Überblicken wir kurz das Ergebniss unserer Untersuchungen, so ist dasselbe in erster Linie eine Sicherstellung und weitere Ausführung der schon von S. Mayer[1] angedeuteten, von Barfurth[2] mit Bestimmtheit hingestellten Thatsache, dass

---

[1] Biolog. Centralbl., IV. Bd., Nr. 5, 1884, S. 135.

[2] Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37, 1891, S. 482.

die quergestreifte Musculatur zu jenen Geweben gehört, in denen fortwährend Untergang und Neubildung stattfindet. Nach meinen bisherigen Beobachtungen kann ich eine Phase dieser Vorgänge schärfer in folgender Weise zusammenfassen: In frühen Entwicklungsstadien der Skeletmuskeln des Menschen, d. h. zur Zeit, wo die Fasern noch Fibrillencylinder mit axialem, kernhaltigem Protoplasmastrang darstellen (10.—16. Woche), findet in denselben ein reger Stoffwechsel statt, welcher theils zur Zerstörung des contractilen Fibrillenmantels oder ganzer Faserabschnitte, theils zu energischeren Wachsthumsvorgängen im Gefolge der partiellen Auflösung der Muskelfasern führt. Der Zerfall der contractilen Substanz wird durch einen, der physiologischen Contraction ähnlichen Vorgang eingeleitet, welcher zur Bildung von Verdichtungsknoten oder -Ringen führt. Die so veränderte contractile Substanz fällt in Bruchstücken vom axialen Protoplasma mit den Kernen ab und wird ohne Zuthun von Leukocyten eingeschmolzen. Während dieses Vorganges erscheinen die Bruchstücke in Form der bekannten Sarkolyten. Nach Vollendung des Zerstörungsprocesses bildet der freigewordene protoplasmatische, kernhaltige Axenstrang neue Fibrillen, wodurch einerseits ein erhöhtes Längenwachsthum der alten Fasern, anderseits aber auch die Bildung von neuen Muskelfasern stattfindet. Aber auch im frühembryonalen Muskel muss die Sarkolyse einer Faser nicht immer von einer Neubildung an derselben Stelle gefolgt sein; auch hier kann sie zur gänzlichen Zerstörung von Muskelfasern führen, wie dies durch den Zerfall von Fasern in Bruchstücke mit den Muskelkernen gezeigt wird, die dann ebenfalls zu Grunde gehen.[1]

So kommt der Sarkolyse auch eine modellirende Thätigkeit zu, was ich am besten durch den Vergleich mit den Vorgängen im wachsenden Knochen ausdrücken zu können glaubte. Die Form des Muskels ist ebenso veränderlich wie die des Knochens,

---

[1] In dieser Hinsicht wäre es von grossem Interesse, die Entwicklung jener Muskeln zu untersuchen, welche als regressive und rudimentäre bezeichnet werden müssen, z. B. Platysma, Transversus nuchae, M. occipitalis, M. pyramidalis, M. plantaris u. s. w. Vergl. darüber Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit. Freiburg i. B., 1887, S. 45.

ja theilweise von der des letzteren abhängig, indem er mit dem Knochen eine physiologische Einheit bildet. Als einen weiteren Vergleichspunkt zwischen Resorption und Apposition im embryonalen Knochen einerseits, Sarkolyse und Sarkogenese im wachsenden Muskel anderseits, möchte ich hervorheben, dass die Resorption von Muskelbestandtheilen ohne Beihilfe von zelligen Elementen gleichzusetzen wäre der von mir beschriebenen Chondrolyse,[1] der Auflösung verkalkter Knorpelgrundsubstanz am Ossificationsrande. Anderseits kommt es in späteren Stadien der Sarkolyse zur Bildung von riesenzellenartigen Gebilden, welche, wenn auch nur entfernt, an die ähnlichen Gebilde im Knochenmarke erinnern. Barfurth[2] hat geradezu Riesenzellen in der Nähe untergehender Muskelfasern beschrieben, und auch Bataillon[3] lässt die Leukocyten, nachdem sie die riesigen Muskelbruchstücke verdaut haben, unter auffallenden Degenerationserscheinungen zu Grunde gehen, die an die von Demarbaix[4] beschriebenen Zerfallsformen im Knochenmark erinnern; doch gehören diese Erscheinungen, wie gesagt, späteren Stadien der Sarkolyse an (bei Embryonen vom sechsten Monat sah ich diese riesenzellenartigen Gebilde ebenfalls).

Dass die Sarkolyse mit der vollendeten Ausbildung der Muskelfasern speciell nach dem Solidwerden derselben nicht stille steht, habe ich bereits hervorgehoben. Es ergibt sich nun die Frage, wie gestaltet sich die Sarkolyse in späteren Stadien? Stellt dieselbe einen wesentlich anderen Process dar, wie bei jungen Embryonen oder finden sich principielle Ähnlichkeiten zwischen beiden?

Wir haben schon im Vorhergehenden an einigen Stellen diese Frage berührt und möchte ich dieselbe an der Hand der neuesten Beobachtungen etwas näher ausführen, da sie vielfach mit Beobachtungen, die ich im zweiten Abschnitte über das

[1] Verknöcherung des Unterkiefers etc. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXXII, S. 354.

[2] L. c. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 37.

[3] L. c. S. 55.

[4] Division et dégénérescence des cellules géantes de la moelle des os. La Cellule. T. V, I. fasc., 1889.

Auftreten von Verdichtungsknoten mitgetheilt habe, zusammenhängen.

Wenn sich Born[1] gegen eine Identificirung seiner Fasern mit den von Wagener beschriebenen, wachsglänzenden Verbreiterungen, wie sie durch Druck an Muskelfasern oder an den durch den Tod erstarrten Contractionswellen beobachtet werden, verwahrt, so ist dies gewiss berechtigt; aber allen diesen Bildungen, die gerade im frühembryonalen und erwachsenen Muskel grosse Verschiedenheiten aufweisen müssen, ist die erste Entstehungsweise gemeinsam, bei allen handelt es sich um eine Reaction der contractilen Substanz, durch welche Verdichtungsknoten entstehen, die durch hohes Lichtbrechungsvermögen und starke Färbbarkeit ausgezeichnet sind. Das geht schon aus den Schilderungen von Loos und Bataillon hervor, welche sie von den die Sarkolyse einleitenden Vorgängen geben. Loos stellt allerdings die Anfangserscheinungen anders dar, aber aus seiner weiteren Beschreibung erhellt es deutlich, dass auch er die Verdichtung der contractilen Substanz vor dem Zerfalle beobachtet hat.

Nach Loos (l. c. S. 52) ist der Beginn des Zerfalles zunächst dadurch kenntlich, dass sich die Fibrillen auflockern und ihren gegenseitigen Zusammenhang mehr oder minder aufgeben, indem wahrscheinlich die Kittsubstanz in Lösung übergeht. Sie legen sich in vielfach dicht gedrängte Falten zusammen, »so dass die einzelnen Fibrillen ein typisch lockig gewelltes Bild darbieten. Weiter aber verkleben die Fibrillen wieder mit einander und erleiden eine chemische Umwandlung, welche sich durch erhöhte Färbbarkeit kund gibt.«

Diese Lockerung der Fibrillen kann ich nun, übereinstimmend mit Metschnikoff, nicht als das Initialstadium eines Degenerationsprocesses ansehen, da man dieselbe an ganz normalen Muskelfasern bei allen Behandlungsweisen oft in grosser Ausdehnung wahrnimmt, und anderseits ist der Vorgang, den Loos als Verkleben der Fibrillen bezeichnet, ganz anders zu deuten. Die Schilderung, die er von diesen angeblichen Verklebungsstellen gibt, lässt nämlich keinen Zweifel,

---

[1] L. c. S. 59—60.

dass es sich um unsere Verdichtungsstellen handelt. Er sagt (S. 62): »Die Fibrillen quellen etwas auf und verkleben mit einander, aber nur selten durch ihre ganze Länge hindurch, sondern viel häufiger nur auf grössere oder kürzere Strecken in einer völlig regellosen Weise zu einzelnen deutlich hervortretenden Complexen, namentlich unregelmässigen Querbändern, zwischen denen noch Stücke freier Fibrillen sich vorfinden.« Die Figur 33 von Loos zeigt ein getreues Bild einer solchen Faser, die Metschnikoff[1] mit Unrecht als ein Kunstproduct bezeichnet; es ist eine Faser mit Verdichtungswülsten, wie ich sie in den Fig. 56—58 abgebildet habe.

Bataillon spricht geradezu von einer Contraction (nicht im physiologischen Sinne), von einer Verdichtung (condensation), welche als erste Veränderung in den Muskelfasern auftritt und zunächst die peripheren Fibrillen betrifft. Sie bilden an der Oberfläche der Faser unregelmässig gespaltene Flecken ohne sichtbare Längsstreifung, aber mit sehr ausgesprochener Querstreifung; letztere ist an diesen Stellen sehr enge, ausserdem sind die Stellen stark lichtbrechend und erscheinen nach der Fixirung in Flemming'scher Lösung stark gebräunt.[2] Weiter schildert Bataillon das Zerreissen und in Unordnunggerathen der Fibrillen, wodurch jene eigenthümlichen Querschnittsbilder zu Stande kommen, die wir bei der Besprechung des Wadenmuskels vom Menschen näher erörtert haben. (Vergl. S. 65.)

Diese Veränderungen scheinen mir nicht zweifellos in den Kreis des sarkolytischen Vorganges zu gehören, wohl aber stimmen die weiteren Beobachtungen Bataillon's wieder mit meinen, bis zum Eintritt der Phagocytose. »Die Verdichtung geht dann weiter auf die noch intacte Masse, welche sich auch an einem Ende loslösen oder in Stücke von verschiedener Grösse zerbrechen kann. Oft kann die Verdichtung aber auch auf einmal den ganzen Faserquerschnitt betreffen, sie zerreist und es bleibt nur ein dunkelbraunes, stark lichtbrechendes Stück mit einem freien Ende.[3] Auf diese Weise führt die Ver-

---

[1] Annales, l. c. p. 6.

[2] L. c. S. 46.

[3] L. c. S. 47.

dichtung zu einer Verwandlung der Faser, sei es in toto oder in Bruchstücken, welche durch stärkere Lichtbrechung, dunkelbraune Färbung ausgezeichnet sind, und deren Homogenität nur durch die Querstreifung unterbrochen wird, welche später auch verschwindet. Das Sarkolemm bleibt intact, und so lange ist der von ihm umschlossene Raum auch absolut frei von fremden Elementen.[1]

Mit diesen letzten Erörterungen sind wir wieder bei der eigenthümlichen, im zweiten Abschnitte ausführlich besprochenen Erscheinung der Verdichtungsknoten angelangt und damit erscheint der Kreis unserer Darstellung geschlossen, welcher uns nothwendig von der Untersuchung stark lichtbrechender Faserquerschnitte im Muskel zu den Rückbildungsprocessen in demselben geführt hat, ein Zusammenhang, der von vorneherein nicht leicht verständlich erscheint.

Wir sehen auch im fertigen Muskel den Auflösungsprocess von ähnlichen Vorgängen eingeleitet wie beim frühembryonalen, müssen aber nochmals hervorheben, dass dieser Vorgang ein physiologischer ist und in conservirten Muskeln häufig fixirt angetroffen wird. Daraus muss die weitere Lehre gezogen werden, dass nicht alle Fasern mit Verdichtungsknoten als im Beginne der Sarkolyse stehend anzusehen sind, und anderseits, dass das Vorkommen heller Faserquerschnitte vielfach mit Rückbildungsprocessen im Muskel zusammenhängt. Vielleicht gehören hieher jene vereinzelten Befunde von Verdichtungsknoten in den Muskeln, welche erst nach Lösung der Todtenstarre zur Erhärtung oder Conservirung kommen.

Der hier beschriebene Modus der Sarkolyse beim Menschen erscheint als integrirendes Stadium des Entwicklungsvorganges; ob sich dieselbe Form auch beim Schwunde der Skeletmusculatur unter pathologischen Verhältnissen findet, muss ich dahingestellt lassen. Aus der Darstellung von Frankl und Freund[2] kann ich keine sicheren Anhaltspunkte für eine Bejahung der Frage gewinnen, während man anderseits in bezüglichen pathologisch-anatomischen Arbeiten manche Angaben findet,

---

[1] L. c. S. 48.

[2] Über Schwund in der Skeletmusculatur. Diese Ber., 88. Bd., III. Abth., 1883, S. 115.

die mich nicht zweifeln lassen, dass auch beim Zugrundegehen von Muskelfasern unter pathologischen Verhältnissen die einleitenden Veränderungen ähnliche sind, wie bei der physiologischen Sarkolyse.[1]

[1] Besondere Beachtung verdienen in dieser Hinsicht die neuesten Arbeiten über Muskelregeneration nach Verletzungen von Kirby (Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes. Ziegler's Beitr. zur path. Anat., 1892, 11. Bd., II. H.) und besonders Volkmann (Über die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes beim Menschen und Säugethier. Experimentelle Untersuchung. Ebendort, 12. Bd., II. H.), die mir erst nach Fertigstellung dieses Manuscriptes bekannt geworden sind, wesshalb ich auf dieselben nicht mehr so genau eingehen kann, als ich wünschte.

Aus beiden Arbeiten geht wieder übereinstimmend hervor, dass die Neubildung stets nur von den Kernen, respective Muskelkörperchen der alten Fasern ausgeht, und zwar einmal nach rein embryonalem Typus, indem dieselben ohne Zusammenhang mit der alten Faser (discontinuirlich) zu neuen Muskelfasern auswachsen, oder indem die neuen Fasern in Zusammenhang mit der alten gebildet werden (continuirlich, durch Knospung nach Neumann).

Wir sehen demnach bei der Regeneration nach Verletzungen dieselben principiellen Processe thätig, wie wir sie beim normalen Entwicklungsvorgange kennen gelernt haben.

Besonders die Darstellung, welche Volkmann vom Regenerationsprocesse nach Typhus gibt, enthält viel Analoges mit den vorstehenden Schilderungen. Auftreten von Verdichtungsknoten (wachsartige Degeneration), an denen Volkmann noch die enge Contractionsstreifung beschreibt, Vermehrung der Kerne unter gleichzeitiger Wucherung ihres Protoplasmas, Zerfall und Resorption der verdichteten, contractilen Substanz und Neubildung von Fasern durch die zu Sarkoblasten umgewandelten Muskelkörperchen. Volkmann bezeichnet diesen, speciell die Typhusregeneration charakterisirenden Vorgang als rein embryonalen Typus. Ein solcher ist aber nach meinen Auseinandersetzungen auch der zweite, continuirliche Regenerationsvorgang von alten Fasern aus, der hauptsächlich nach Muskelverletzungen beobachtet wird. Demnach bilden, wie Volkmann richtig bemerkt, die beiden Arten der Muskelwiederbildung keinen Gegensatz, sondern sind nur verschiedene Erscheinungsformen desselben Principes, wesshalb beide auch gleichzeitig nebeneinander vorkommen können.

Betreffs meiner Bemerkungen über die Beziehungen der Verdichtungsknoten zur sogenannten wachsartigen Degeneration muss ich noch eine wichtige Stelle aus Volkmann's Arbeit hervorheben. Er sagt (S. 248): »Unter dem Bilde der »wachsartigen Degeneration« erscheinen nachgewiesenermassen sehr verschieden zu beurtheilende und aus verschiedenen Ursachen entstandene Veränderungen der quergestreiften Musculatur.« Er verweist dabei auf eine Arbeit von Strahl (ohne Quellenangabe), welcher nachgewiesen hat, dass sich das mikroskopische Bild dieser Degeneration sowohl im lebenden, als mit

Ich bin mir wohl bewusst, dass diese Mittheilungen viel Lückenhaftes enthalten; weiteren Untersuchungen muss es vorbehalten sein, diese interessanten Vorkommnisse näher zu beleuchten. Einstweilen muss ich mich begnügen, auf dieselben aufmerksam gemacht und für einzelne der eigenthümlichen Erscheinungen eine Erklärung gefunden zu haben.

Zusammenfassung.

Die Felderzeichnung am Querschnitte von quergestreiften Muskelfasern ist ein der lebenden Faser zukommendes Structurverhältniss, bedingt durch die gegenseitige Anordnung von fibrillärer Substanz und ihres Bindemittels, des Sarkoplasmas

---

abgestorbenen Muskel im lebenden Körper, als auch im noch lebenden Muskel ausserhalb des Körpers und als postmortale Erscheinung findet.

Volkmann schreibt auch, ohne Kenntniss der Arbeit von Metschnikoff, einem Theil der Muskelzellen in der sarkolytischen Faser die Aufgabe zu, die Zerfallsproducte der contractilen Substanz im Sarkolemmschlauche hinwegzuschaffen (S. 257).

Nachdem im Vorstehenden des Öfteren darauf hingewiesen wurde, dass die einleitenden Vorgänge bei der physiologischen Rückbildung, wie pathologischen Degeneration einerseits, anderseits bei der Neubildung als normaler Wachsthumserscheinung, wie auch bei der Neubildung als Ersatz für durch pathologische Einflüsse zu Grunde gegangenes Muskelgewebe im Wesentlichen solche sind, welche physiologische Functions- und Entwicklungserscheinungen betreffen, muss ich kurz noch einen Punkt aus der Arbeit Volkmann's hervorheben, der scheinbar mit dieser Behauptung in Widerspruch steht. Volkmann bemerkt (S. 238), dass die von Felix und v. Franqué beschriebenen physiologischen Vorgänge mit der Regeneration verletzter und erkrankter Muskeln nichts zu thun haben. Nach diesen Autoren findet die Längsspaltung von Muskelfasern bei der Vermehrung derselben in der zweiten Hälfte des intrauterinen Lebens und postembryonal lediglich in den Muskelspindeln statt. Dem gegenüber muss ich auf meine Beobachtungen von Längsspaltungen gewöhnlicher Muskelfasern, die ohne nähere Beziehung zu Nerven stehen und keine geschichtete Perimysialscheide besitzen, verweisen und nochmals betonen, dass in der physiologischen Sarkolyse, wie ich es hier beschrieben habe, auch principiell die Vorgänge bei der Regeneration verletzter und erkrankter Muskeln enthalten sind: Neubildung aus frei gewordenen Muskelzellen (Kraske, Klebs) und Auswachsen von alten Fasern, welches analog ist der Knospenbildung von Neumann und Nauwerck.

Damit scheint mir auch hier der Grundsatz gewahrt, dass die einleitenden Vorgänge bei pathologischen Processen, mögen sie Zerstörung oder Neubildung betreffen, im Principe in physiologischen Verhältnissen festgestellt sind.

(Rollett). Die fibrilläre Substanz erscheint entweder in Form feinster, gleichmässig vertheilter Fibrillen in der Faser angeordnet, welcher Anordnung eine ebenso gleichmässige des Sarkoplasmas entspricht; der Querschnitt solcher Fasern zeigt eine dichte feine Punktirung (Fibrillenfelderung) und das Sarkoplasma erscheint meist homogen, ohne reichlichere Einlagerung von Körnchen — oder es sind in der Faser mehrere Fibrillen zu Einheiten höherer Ordnung verbunden (Muskelsäulchen, Kölliker), zwischen welchen sich Durchgänge von reichlicherem Sarkoplasma finden. So entsteht am Querschnitt eine gröbere Felderung (Säulchenfelderung), deren einzelne Felder wieder in Fibrillenfelder zerfallen. In den Umrahmungen der Säulchenfelder finden sich häufig gröbere oder feinere Körnchen dichter oder weniger dicht eingelagert (interstitielle Körnchen, Kölliker), während die einzelnen, ein Feld zusammensetzenden Fibrillen von homogenem Sarkoplasma zusammengehalten werden.

Mit Knoll kann man den ersten Fasertypus als protoplasmaarme (helle), den zweiten als protoplasmareiche (trübe) Fasern bezeichnen. Zwischen beiden finden sich mannigfache Übergänge und in vielen protoplasmareichen Fasern nähern sich die Säulchenfelder in ihren Durchmessern den Fibrillenfeldern.

Reagentien verändern das normale Bild in mannigfacher Weise durch Schrumpfung oder Quellung; im Allgemeinen wird die Felderung durch Trocknen der Muskelfasern, die Anwendung von Palladiumchlorid, Osmiumsäure und ihre Gemische, dort wo diese Reagentien nicht ihre volle Wirkung entfalten (in der Mitte nicht sehr kleiner Stücke), unsichtbar und treten dann am sonst homogenen Querschnitte nur die interstitiellen Körnchen deutlicher hervor.

Unter Umständen ist aber auch an gequollenen Trockenquerschnitten die Felderung neben den Körnchen sichtbar.

Bei allen Methoden, welche die Felderung sehr deutlich hervortreten lassen (Härtung in Osmiumsäure und ihren Gemischen in den Randpartien, Sublimat-Kochsalz, Alkohol, Müller'sche Flüssigkeit) sind die interstitiellen Körnchen schwer oder gar nicht zu erkennen, wenn sie sich nicht (wie z. B. bei Winterfröschen) mit Osmiumsäure schwärzen. In

letzterem Falle, wie in einigen anderen (in der Übergangspartie vom Rand zur Mitte an Querschnitten aus Flemming's Gemisch) sind die Körnchen neben der Felderung zu erkennen. Es ist daher nicht gerechtfertigt, das Sichtbarwerden eines die Cohnheim'schen Felder einrahmenden Balkenwerkes mit einer eingreifenderen Veränderung der interstitiellen Körnchen durch die Reagentien in Zusammenhang zu bringen.

Die Form der Felderung scheint jedoch unter Umständen von der Art des Reagens abzuhängen; so können oft an einem Faserquerschnitte neben einigen scharf begrenzten Säulchenfeldern andere vollkommen in Fibrillenfelder aufgelöst sein, wodurch dann die intercolumnären Grenzen verwischt werden und der zweite Fasertypus in den ersten übergeht.[1] Daraus ergibt sich, wenigstens für den Menschen, dass sich (mit Ausnahme der interstitiellen Körnchen) zwischen hellen und trüben Fasern nicht immer ein durchgreifender Unterschied in der Felderung aufstellen lässt.

Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Fasern eines Muskelquerschnittes dürfen durchaus nicht immer auf morphologische Verschiedenheiten der ruhenden, normalen Fasern bezogen werden. Dies gilt namentlich für Muskeln, welche noch reactionsfähig in eine Erhärtungsflüssigkeit gebracht wurden; da zeigen stets zahlreiche Fasern an einer oder mehreren Stellen von geringerer oder grösserer Ausdehnung durch das Härtungsmittel fixirte Contractions- oder contractionsähnliche Stellen, die vor allem Anderen durch erhöhtes Lichtbrechungsvermögen und stärkere Färbbarkeit (mit Eosin, Delafield's Hämatoxylin-Thonerde, Goldchlorid, Osmiumgemische etc.) ausgezeichnet sind. An ungefärbten Querschnitten werden nun solche »Verdichtungsstellen« als helle Faserquerschnitte zwischen den übrigen trüben erscheinen. Das trübe Aussehen

---

[1] Betreffs der verschiedenen Querschnittsbilder von Muskelfasern, welche man durch verschiedene Reagentien erhält, verweise ich auf eine interessante Bemerkung von Flesch (Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. Würzburg, 1880, S. 78, Anm. 1), in der er sagt: »Für die fibrilläre Zerlegung der Muskelbündel glaube ich mit Bestimmtheit gesehen zu haben, dass man aus demselben Material feinere und zahlreichere Fasern durch starke Osmiumsäure, als durch andere Mittel erhalte.«

der letzteren wird um so deutlicher hervortreten, je vollkommener ihre Felderung durch das Reagens hervortritt und je geringer der Brechungsindex der Untersuchungsflüssigkeit ist.

Die erwähnten, durch das Reagens fixirten »Verdichtungsstellen« können typische Contractionsbäuche mit vergrössertem Querdurchmesser oder atypische Schrumpfcontractionen (Rollett) mit bedeutender Verdünnung der Faser darstellen.

Zu der grösseren Helligkeit solcher Querschnitte kann noch eine Veränderung in der Felderzeichnung derselben kommen, und zwar ist diese verschieden je nach Massgabe des Grades der Verdichtung; an den echten Contractionsknoten unterscheidet sich die Felderung kaum von der der ruhenden Faser (Rollett); an den Schrumpfcontractionen kann der Querschnitt ganz homogen werden oder nur eine Säulchenfelderung zeigen. Fast stets jedoch sind Querschnitte durch Verdichtungsstellen durch ihre runde Form zwischen den anderen meist polygonal verdrückten Fasern und ihre erwähnte stärkere Färbbarkeit auffallend.

Die Zahl solcher heller Querschnitte kann in Muskeln, welche vor dem Einbringen in das Reagens durch Reizmittel (Chloroform) zu fibrillären Contractionen angeregt wurden, eine sehr erhebliche sein und bieten solche Muskeln am Querschnitte einen bunten Wechsel heller und trüber Fasern. Sie finden sich aber auch in Muskeln, welche durch Eintrocknenlassen an der Luft oder ohne jede weitere Behandlung in der Leiche abgestorben sind. Möglicherweise handelt es sich in letzterem Falle um eine Erscheinung, die als Vorläufer einer Degeneration aufzufassen ist, da man an embryonalen Muskeln, in einem gewissen Entwicklungsstadium, die physiologische Rückbildung stets durch das Auftreten solcher Verdichtungsknoten eingeleitet sieht. Bei solchen zugrundegehenden Fasern beobachtet man stets ein Stadium erhöhter Lichtbrechungsfähigkeit an der betroffenen Stelle der contractilen Substanz, und können dieselben am Querschnitte ebenfalls als »helle« Fasern erscheinen.

Von diesen Helligkeitsunterschieden strenge zu scheiden sind jene, welche durch den grösseren oder geringeren Gehalt der Fasern an interstitiellen Körnchen bedingt werden. Diese werden am besten an gequollenen Trockenquerschnitten erkannt

und treten besonders intensiv dort hervor, wo die Körnchen eine Fettmetamorphose erfahren haben.

Was speciell das Vorkommen dieser hellen, protoplasmaarmen und trüben, protoplasmareichen Fasern in den Muskeln des Menschen anlangt, so muss vor Allem festgestellt werden, dass fast oder vielleicht alle Muskeln gemischter Natur sind (Grützner). Das Mischungsverhältniss der beiden Faserarten ist in verschiedenen Muskeln ein sehr verschiedenes und werden besonders reich an stark getrübten Fasern gefunden: die äusseren Augenmuskeln, das Zwerchfell, der Masseter, aber auch die oberflächlichen Rückenmuskeln. Die Zahl der trüben Fasern ist auch in den einzelnen Bündeln desselben Muskels eine sehr verschiedene, so dass aus dem Bilde, welches einzelne Bündel gewähren, nicht ohne Weiteres eine richtige Vorstellung über den Reichthum an trüben Fasern des ganzen Muskels gewonnen werden kann. Aber auch individuelle Schwankungen im Protoplasmareichthum der einzelnen Muskeln müssen für den Menschen angenommen werden; dieselben dürften sich aus der mannigfachen Übung und berufsmässigen Ausbildung der gleichnamigen Muskeln bei verschiedenen Individuen erklären, da ein Zusammenhang zwischen Function und Körnung wohl kaum in Abrede gestellt werden kann, wenn diesbezüglich gleichwohl noch manche Verhältnisse aufzuklären sind. Dass auch Störungen im Stoffwechsel von wesentlichem Einflusse auf den Protoplasmagehalt der Muskelfasern sind, geht daraus hervor, dass bei chronischen, die Ernährung des ganzen Organismus schädigenden Krankheiten die Körnchen aus den trüben Muskelfasern, indem sie vorher wahrscheinlich in die leicht resorbirbare Form von Fettkörnchen überführt worden sind, grösstentheils verschwinden; darauf deutet einerseits der Umstand, dass man in solchen Muskeln an Stelle der interstitiellen Körnchen noch vereinzelte Fetttröpfchen findet, während anderseits bei fieberhaften Infectionskrankheiten, die rasch zum Tode führen, alle Körnchen in Fett umgewandelt erscheinen. Die histologischen Unterschiede zwischen hellen und trüben Muskelfasern, welche bei niederen Thieren so ausgeprägt sind, erscheinen beim Menschen sehr verwaschen, eine Thatsache, die für die höheren Wirbelthiere schon von Lavocat und Arloing

geltend gemacht wurde. So finden wir z. B. beim Menschen die Trübung durchaus nicht auf die dünnen Fasern beschränkt.

Trübung und Körnung scheinen sich nicht stets zu decken, indem manche Muskeln, die an interstitiellen Körnchen reiche Fasern mit körnchenarmen oder -freien gemischt enthalten, öfter fast gar keine Helligkeits- oder Farbenunterschiede zeigen. Diese Erscheinung kann einerseits auf das häufige Vorkommen von Verdichtungsknoten an körnchenreichen Fasern, die dann am Querschnitte trotz der Körnelung hell erscheinen, anderseits vielleicht auf einen Eigenfarbstoff der trüben Fasern zurückgeführt werden, der nur an ganz frisch verarbeiteten Muskeln erhalten bleibt (Grützner).

Gewisse, für gewöhnlich als pathologische beschriebene Vorkommnisse an quergestreiften Muskelfasern bedürfen noch einer genaueren Prüfung, ob sie stets zweifellos pathologischer Natur sind, oder noch in das Bereich des Physiologischen oder vielleicht der Reagenswirkung gehören.

Die Fibrillen frühembryonaler, noch hohler Muskelfasern sind nicht gleichwerthig den Fibrillen der fertigen Muskelfasern, sondern entsprechen höheren Structureinheiten, (Muskelsäulchen).

Die Muskelfasern entstehen durch fortschreitendes Dickenwachsthum der Fibrillenröhren und Längsspaltung derselben; letztere wird stets von einer Kernvermehrung eingeleitet und bleiben die Spaltproducte so lange selbst wieder vermehrungsfähig, so lange sie bei der Theilung innenständige Kerne erhalten. Solche findet man bei Säugethieren zur Zeit der Geburt und nach derselben in zahlreichen Fasern, ja selbst im erwachsenen Muskel von Säugethieren und Menschen sind sie ein typisches, wenn meist auch spärliches Vorkommniss. Das Emporrücken der Kerne aus der contractilen Substanz embryonaler Fasern an die Oberfläche derselben wird demnach durch wiederholte Längsspaltung bewerkstelligt. Wenn so der Hauptsache nach die Dickenzunahme des Muskels nach der Anlage seiner Fasern durch Volumszunahme und Vermehrung derselben durch Spaltung vor sich geht, so scheint auch der embryonale Bildungsmodus bei älteren Embryonen und neugeborenen Thieren noch an gewissen Stellen eine Rolle zu spielen, und zwar dort, wo

die ursprünglich einheitlichen Anlagen für Fascie und Muskel sich durch die specifische Differenzirung sondern.

Die Grenze zwischen Fascie und Muskel ist noch bei älteren Embryonen keine scharfe. Zwischen Fascie und Muskel kann man eine Zone von Bildungsgewebe noch in späten Entwicklungsstadien erhalten sehen, in welcher einerseits Neubildung nach embryonalem Typus, anderseits lebhaftere Vermehrung durch Längsspaltung beobachtet werden kann.

Demnach hätten die von Fascien bedeckten Muskelflächen noch bei älteren Embryonen und neugeborenen Säugethieren die Bedeutung appositioneller Wachsthumsflächen.

Dieser Wachsthumsgang ist kein ununterbrochener.

Die quergestreifte Musculatur gehört in die Reihe jener Gewebe, in welchen Untergang und Neubildung von Gewebselementen oder ganzen Gewebecomplexen Hand in Hand gehen. Diese Processe der Rück- und Neubildung setzen an den Muskelfasern morphologische Veränderungen, deren Producte einen grossen Formenreichthum aufweisen und zur Zeit in ihrer Mannigfaltigkeit noch nicht hinlänglich gekannt sind. Besonders in frühen Entwicklungsstadien, zur Zeit wo die Muskelfasern noch Fibrillencylinder mit axialem, kernhaltigem Protoplasmastrange darstellen (beim Menschen ungefähr von der 10.—16. Woche), findet in der Musculatur ein reger Stoffwechsel statt, welcher an einzelnen Muskelfasern theils zur Zerstörung des contractilen Fibrillenmantels oder ganzer Faserabschnitte, theils zu energischeren Wachsthumsvorgängen im Gefolge der theilweisen Auflösung der Muskelfaser führt. In diesen Stadien bietet der Auflösungsvorgang, die Sarkolyse, ein ziemlich umschriebenes, wohl charakterisirtes Bild.

Der Zerfall der contractilen Substanz wird durch einen der physiologischen Contraction ähnlichen Vorgang eingeleitet, welcher an der betroffenen Faserstelle zur Bildung von Verdichtungsknoten oder -Ringen führt. Die so veränderte contractile Substanz löst sich in Bruchstücken vom axialen kernhaltigen Protoplasmastrange ab und wird ohne Zuthun von Leukocyten in der Körperflüssigkeit eingeschmolzen. Als morphologischer Ausdruck dieses Zerfalls sind die nackten und eingeschlossenen, kernlosen Sarkolyten anzusehen. Die

Faser kann aber auch in kernhaltige Stücke zerfallen (kernhaltige Sarkolyten), welche sammt dem Kern der Resorption anheimfallen. Demnach kann die Sarkolyse auch Muskelgewebe ganz zerstören, es kommt ihr somit eine Bedeutung für die Formbildung des Muskels als Ganzes und in seiner Beziehung zum Skelet zu.

Eine andere Bildungsweise kernhaltiger Sarkolyten, nämlich Aufnahme kleinster Muskelbruchstücke in amöboide Zellen, scheint in diesem Stadium nicht oder nur ausnahmsweise vorzukommen.

Die Neubildung geht von dem freigewordenen, axialen, kernhaltigen Protoplasmastrange oder einzelnen Elementen desselben aus, die dann nichts anderes darstellen als die Muskelkörperchen, Myoblasten der Autoren. Im ersteren Falle wird durch eine Art Knospung von der alten Faser aus, Vermehrung des Protoplasmas (bei gleichzeitiger Spaltung auch der Kerne), Auseinanderrücken der Kerne in der Längsaxe und oberflächliche Differenzirung von Fibrillen im Zusammenhange mit der alten Faser ein bedeutendes Längenwachsthum dieser letzteren erreicht. Dieser Modus scheint hauptsächlich bei der Verschiebung von Muskelansätzen an Knochenflächen stattzufinden.

Wenn jedoch die Theile des Axenstranges, die Myoblasten, aus dem Verbande desselben treten, so können sie neue Fasern bilden, gleichsam als Wiederholung des ursprünglichen, embryonalen Entwicklungsganges. Diese zunächst einzelligen, spindelförmigen Elemente mit oberflächlicher Fibrillenlage können als echte Sarkoblasten (Klebs, Barfurth) zwischen fertigen Fasern gefunden werden. Der zweite Neubildungsvorgang bedeutet demnach einen Nachschub von Bildungsgewebe, nachdem die ursprüngliche Anlage desselben grösstentheils aufgebraucht worden ist.

In diesen physiologischen Wachsthumsvorgängen sind im Principe die Vorgänge bei der Regeneration erkrankter und verletzter Muskeln, der continuirliche Regenerationsvorgang (Knospung, Neumann, Nauwerck) und der discontinuirliche (Weber, Kraske, Klebs) festgestellt. Die Muskelspindeln spielen bei der Vermehrung der Muskelfasern wahrscheinlich keine Rolle.

Figurenerklärung.

Sämmtliche Abbildungen wurden mit dem Zeichenprisma von Oberhäuser angelegt.

Abkürzungen: Flemming = Härtung in Flemming'scher Mischung.
Osm. = » » Osmiumsäure.
Alk. = » » Alkohol.
M. Fl. = » » Müller'scher Flüssigkeit.
Tr. qu. = Trockenquerschnitt in 0·76% NaCl-Lösung aufgequollen.
H = Färbung in Hämatoxylin.
E = » » Eosin.

Taf. I.

Fig. 1. Querschnitt eines Muskelbündels aus der Randpartie des M. orbicularis palp. (sup.) eines Justificirten. M. Fl. Schnitt in Alkohol. Vergr. 124.

Fig. 2. Querschnitt aus der Zungenmusculatur eines Hundes (Wurzel der Zunge); injicirt nach Chloroformtod. Alk. Schnitt in Wasser. Vergr. 124.

Fig. 3. Derselbe Querschnitt, vergoldet (siehe Text S. 88).

Fig. 4. Zwei Muskelfasern aus derselben Hundezunge, vergoldet. Verdichtungsknoten. Vergr. 124.

Fig. 5. Tr. qu. durch den Gastroknemius (Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel) eines Winterfrosches. Vergr. 124.

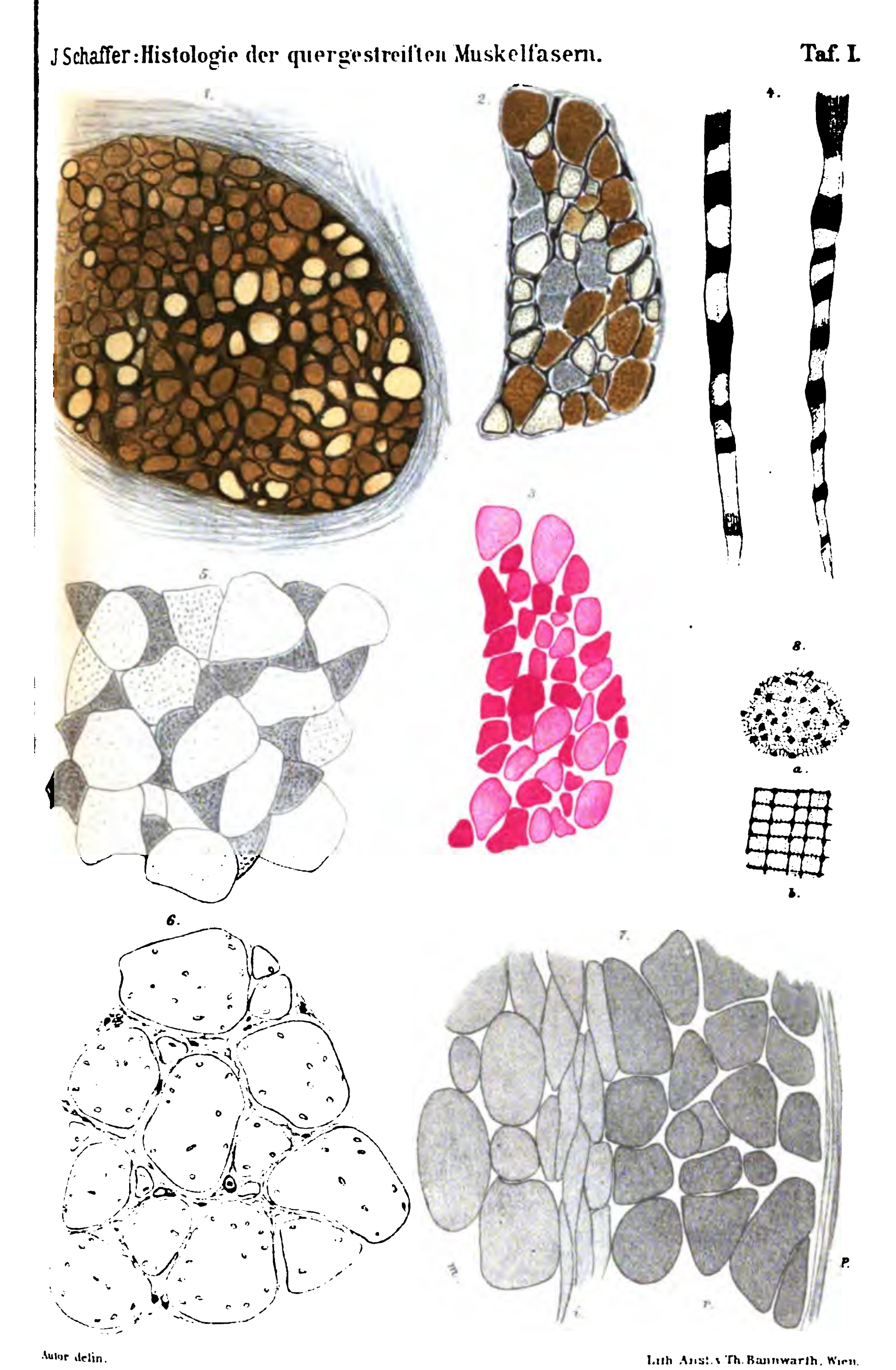
Fig. 6. Querschnitt durch den Gastroknemius eines Frosches. M. Fl. H. E. Lack. Vergr. 124

Fig. 7. Querschnitt durch die Randpartie eines in toto in Osm. gehärteten Gastroknemius vom Frosch. *P* Perimysium externum. *r* Randzone der Fasern mit deutlichen Fibrillenfeldern. *i* Zwischenzone, in der sie bandartig verdrückt, *m* Mitte, in der sie gequollen erscheinen. Einfache Contourzeichnung. Vergr. 105.

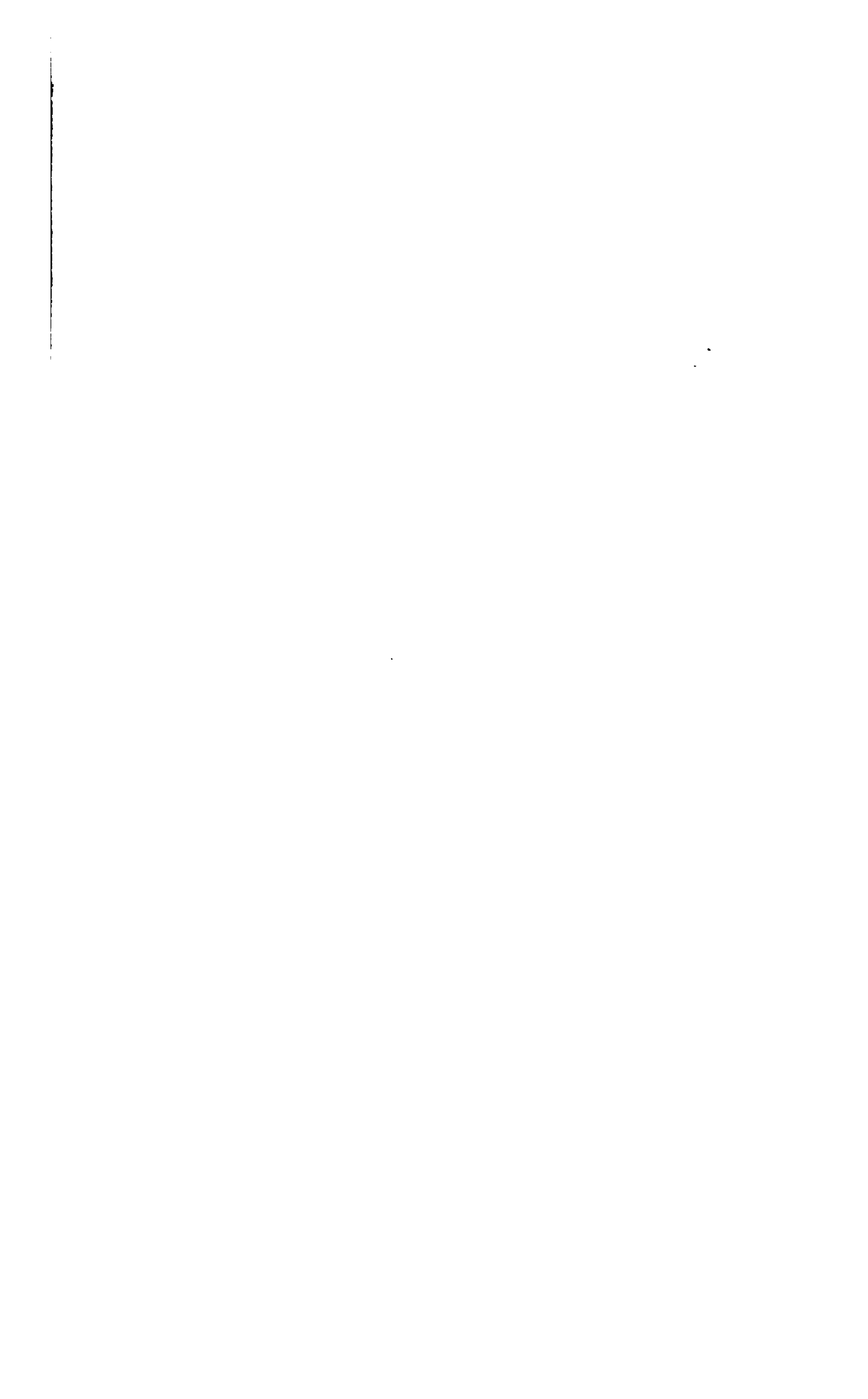
Fig. 8. Vergoldete Trockenquerschnitte vom Gastroknemius des Frosches. *a* Querschnitt. Fibrillenfelder und interstitielle Körnchen. *b* Längsschnitt. Interstitielle Körnchen in den intercolumnaren Sarkoplasmadurchgängen. Die Muskelsäulchen zeigen eine zarte Längsstreifung, die dem interfibrillären Bindemittel entspricht. Vergr. 560.

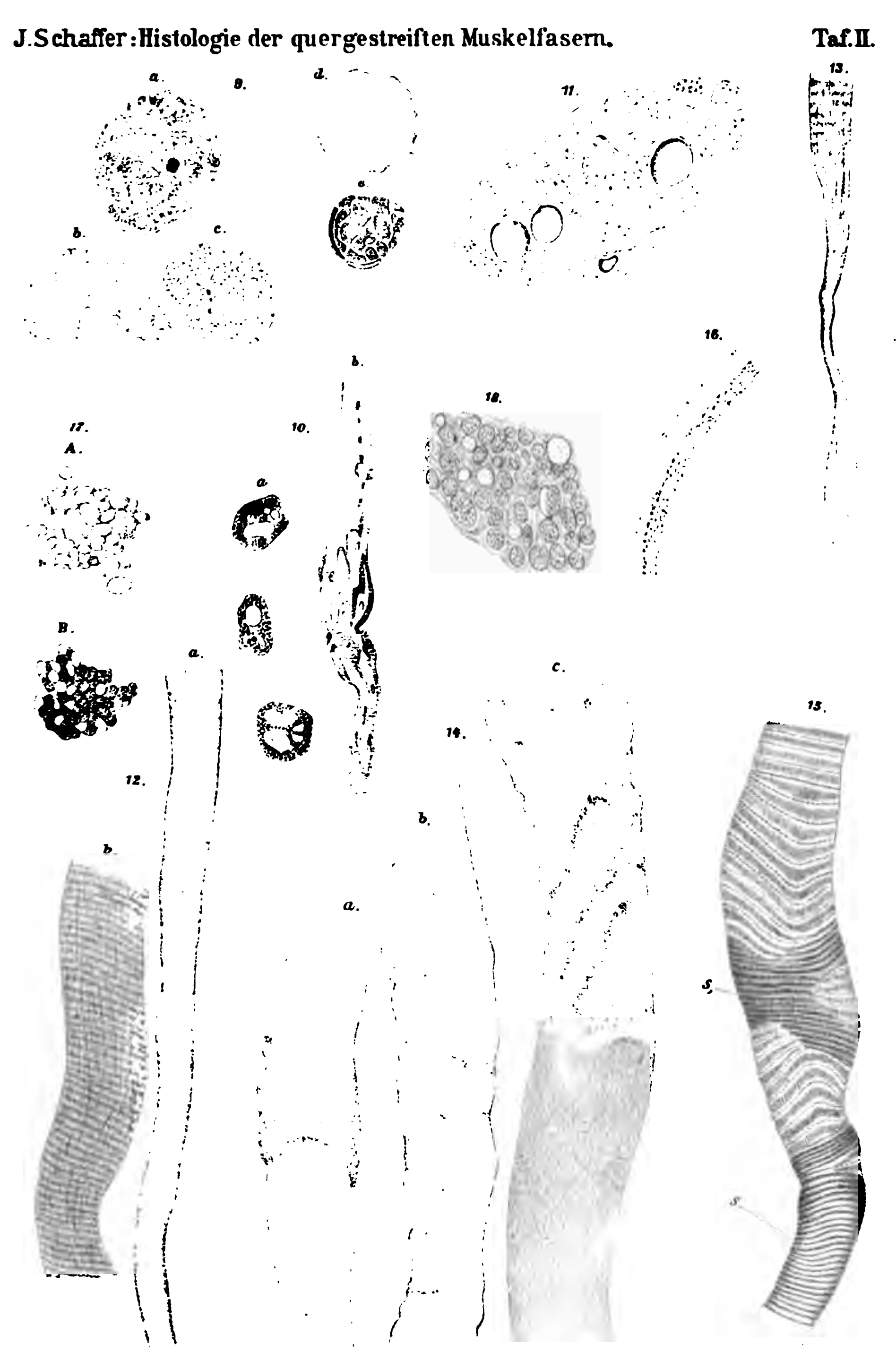
Taf. II.

Fig. 9. Querschnittsbilder einzelner Fasern aus dem Augenmuskel vom Justificirten. M. Fl., vergoldet. *a* bis *c* trübe, *d*, *e* helle Fasern. Vergr. 560.



Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

J. Schaffer: Histologie der quergestreiften Muskelfasern. Taf. III.

19. 20. 21. 22. 23. 24. c. c. 25. c. 26. 27. 28. 29.

Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

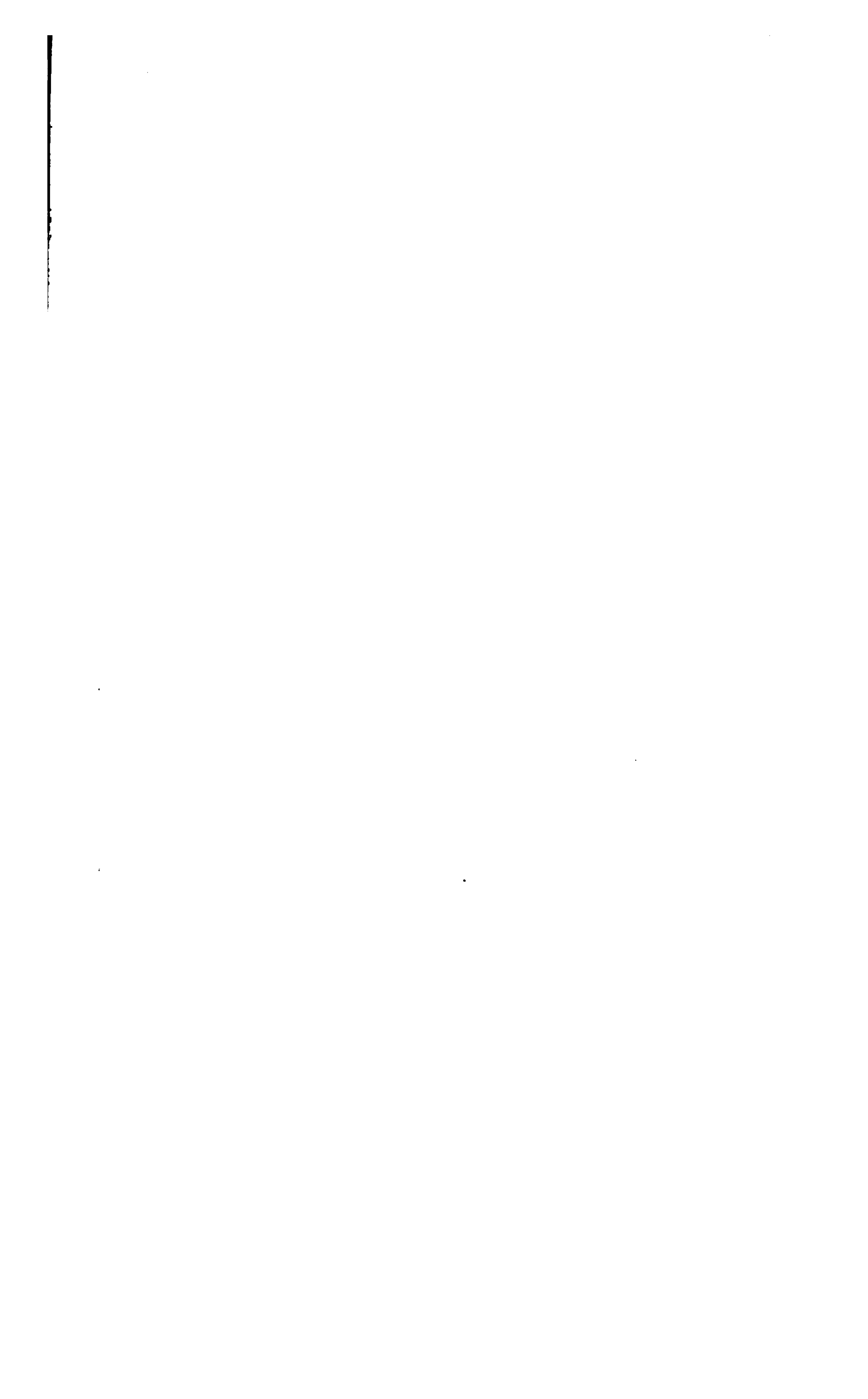


Fig. 10. Vacuolisirte Fasern aus dem Augenmuskel vom Justificirten. M. Fl. E. H. Lackpräparat. *a* drei Querschnitte, *b* Längsansicht. Vergr. 124.

Fig. 11. Querschnitt eines Muskelbündels aus der Randpartie des M. orbicularis oris. Unterlippe, neugeborenes Kind. M. Fl. Schnitt in Alk. gezeichnet. Vergr. 435.

Fig. 12. Längsansicht, *a* einer hellen, *b* einer trüben Faser aus einem Augenmuskel vom Justificirten. M. Fl. Die helle zeigt mehrere »Verdichtungsstellen«. Vergr. 435.

Fig. 13. Eine Muskelfaser aus einem Augenmuskel eines (anderen) Justificirten mit hochgradiger Schrumpfcontraction. M. Fl. Vergr. 544.

Fig. 14. Drei Muskelfasern aus der M. orbicularis palpebrarum eines Justificirten, mit Verdichtungsknoten. *a* ein einzelner Knoten, *b* zahlreiche, schmale Verdichtungsscheiben, in beiden Figuren bei tiefer Einstellung, *c* unregelmässige Verdichtungsknoten bei hoher Einstellung. M. Fl., ungefärbtes Präparat. Vergr. 435.

Fig. 15. Eine Muskelfaser mit beginnender (s_1) und ausgebildeter (s) Schrumpfcontraction aus demselben Muskel. Ungefärbter Schnitt in Glycerin-Wasser. Vergr. 560.

Fig. 16. Eine helle und eine trübe Faser aus dem M. rect. oc. int. vom Menschen. Frisches Isolationspräparat in 0·75$^0/_0$ Na Cl. Vergr. 124.

Fig. 17. Tr. qu. von demselben Muskel. *A* und *B* aus verschiedenen Partien desselben Querschnittes, um die Kaliberverschiedenheiten zu zeigen. Vergr. 124.

Fig. 18. Querschnitt eines Bündels des M. rect. oc. inf. vom Justificirten aus der Mitte des Muskels. Flemming. Schnitt in Alk. Vergr. 124.

Taf. III.

Fig. 19. Querschnittspartie aus dem M. temporalis eines Justificirten. M. Fl., zahlreiche verdichtete Fasern. Vergr. 124. Contourzeichnung. Kerne nur in einzelnen gezeichnet.

Fig. 20. Eine Faser mit zahlreichen Verdichtungsscheiben aus demselben Muskel. Vergr. 124.

Fig. 21—29. Tr. qu. von menschlichen Muskeln in 0·75$^0/_0$ Kochsalzlösung gequollen. Vergr. 124.

- Fig. 21. Temporalis.
- Fig. 22. Masseter.
- Fig. 23. Sternohyoideus.
- Fig. 24. Thyreohyoideus. Bei *c* Verdichtungsknoten im Querschnitte.
- Fig. 25. Cricothyreoideus.
- Fig. 26. Cricoarythanoideus post.
- Fig. 27. Cricothyreoideus obliquus.
- Fig. 28. Zwerchfell.
- Fig. 29. Sternocleidomastoideus.

Taf. IV.

Fig. 30—35. Tr. qu. von menschlichen Muskeln in 0·75% Kochsalzlösung gequollen. Vergr. 124.

Fig. 30. Cucullaris; von der Insertion am 11.—12. Brustwirbel.

Fig. 31. Cucullaris desselben Individuums; von der Insertion an der spina scapulae.

Fig. 32. Latissimus dorsi.

Fig. 33. Adductor femoris longus.

Fig. 34. Peroneus tertius.

Fig. 35. Gastroknemius.

Fig. 36. Eine Gruppe von sechs Muskelfaserquerschnitten aus dem Gastroknemius des Justificirten. Flemming. Bei *A* das Bild, wie es sich bei hoher Einstellung darstellt. Die Felderzeichnung nur an zwei Fasern ausgeführt, und zwar grösser, als es der 180fachen Vergrösserung entspricht. Der Querschnitt der Faser *c* erscheint ohne Sarkolemm und sieht man in der Mitte desselben einen ovalen Ring durchschimmern. Bei *B* dieselbe Gruppe bei tiefer Einstellung. Die Faser *c* erscheint als Schrumpfcontraction im Querschnitt, das zusammengeschobene Sarkolemm bildet einen Constrictionsring.

Taf. V.

Fig. 37. Querschnittspartie aus dem Triceps einer 12 Tage alten Katze. M. Fl. E. H. Bei *R* eine »Riesenfaser« in der Mitte, welche den Querschnitt eines Verdichtungsknotens darstellt, wie solche in der folgenden Figur abgebildet sind. Vergr. 435.

Fig. 38. Zwei Fasern mit Verdichtungsknoten aus dem Triceps. Katze, 12 Tage alt. M. Fl. Vergr. 435.

39—44. Bilder von Schrumpfcontractionen mit Bildung von Umschnürungsringen aus dem Gastroknemius des Justificirten. Flemming.

Fig. 39. Faserquerschnitt mit Sehnenfelderung und breitem, radiärgestreiftem Ring.

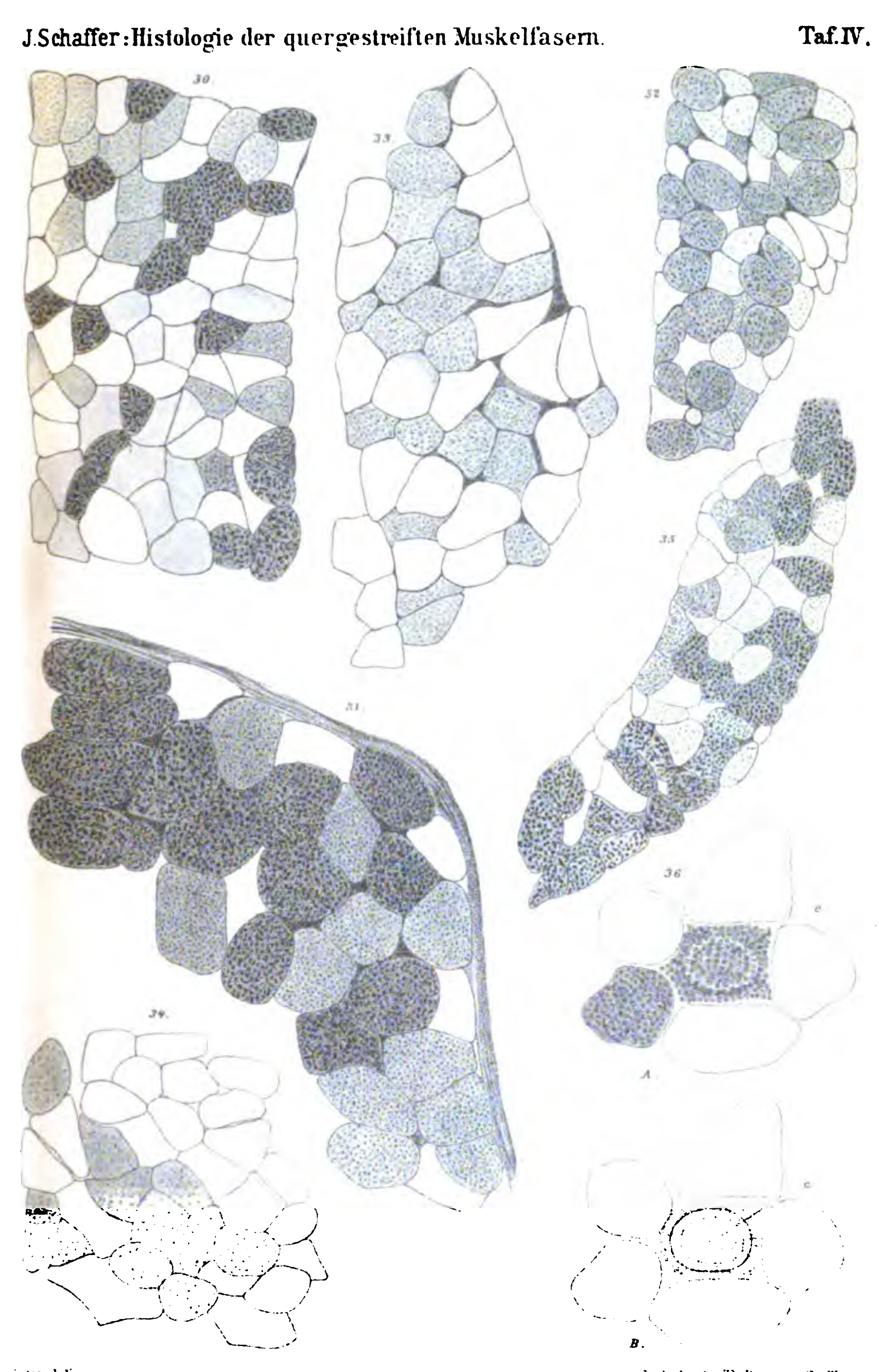
Fig. 40. Faserquerschnitt, an dem deutlich das gefaltete Sarkolemm *s* ausserhalb des Ringes *c* zu sehen ist.

Fig. 41. Querschnitt mit auffallend breitem Ring, an dem ausserhalb noch ein Stück des gerissenen Sarkolemms *s* zu sehen ist. Muskelfibrillen in Unordnung (?).

Fig. 42. Querschnittsfeld einer Faser *A*, in dem scheinbar ein kleiner, rundlicher Querschnitt *c* mit Umschnürungsring eingeschlossen liegt. Die umgebenden fünf Fasern *B* zeigten deutliche Felderung und Bräunung, während *A* hell, ohne Felderung erschien. Für sämmtliche vier Figuren Verg. 435.

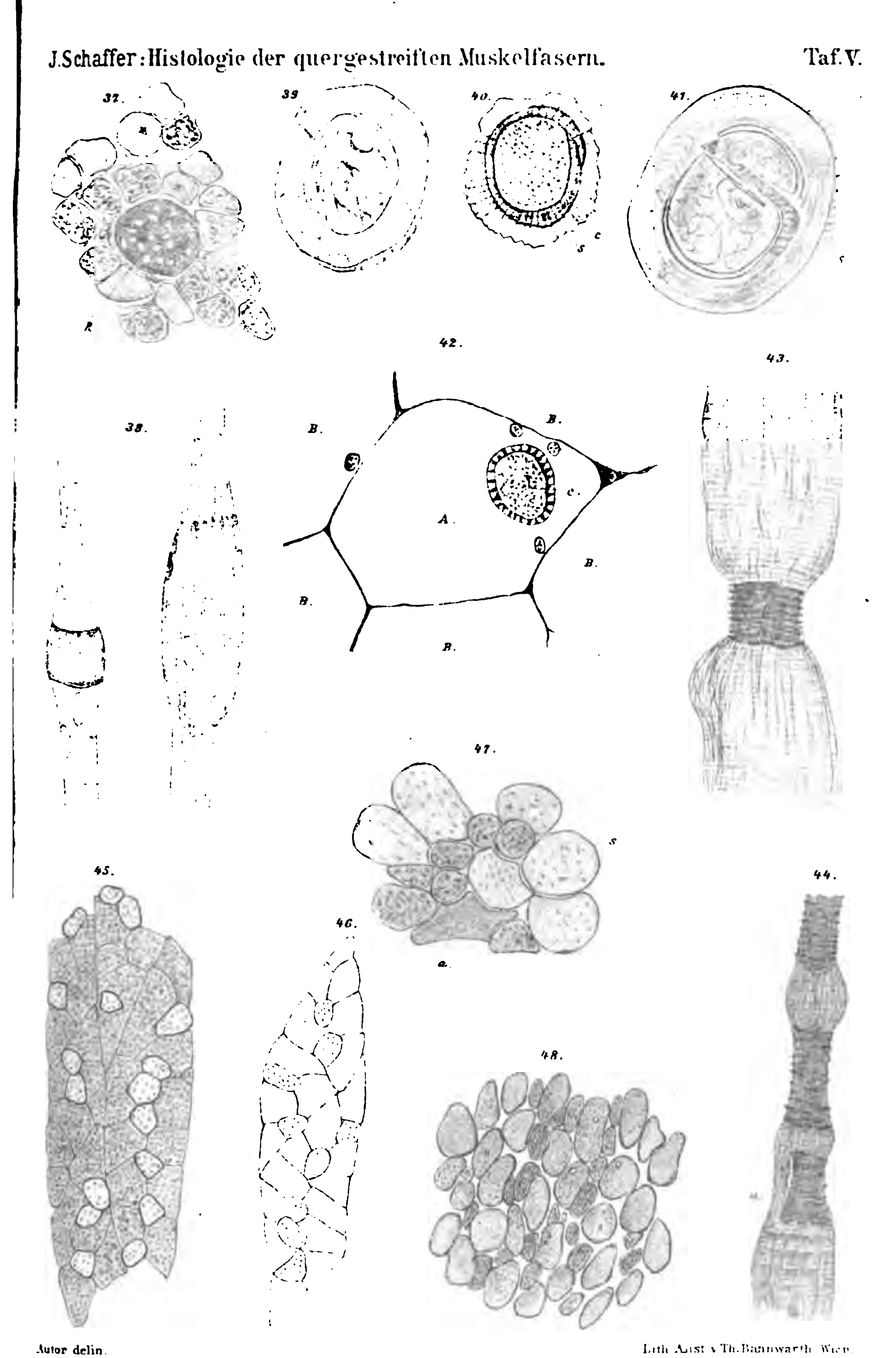
Fig. 43. Längsansicht einer Faser mit Schrumpfcontraction und zum Umschnürungsring gefaltetem Sarkolemm. Vergr. 180.

Fig. 44. Längsansischt einer Faser mit mehreren solchen Schrumpfcontractionen. Bei *a* Spaltung der fibrillären Substanz.

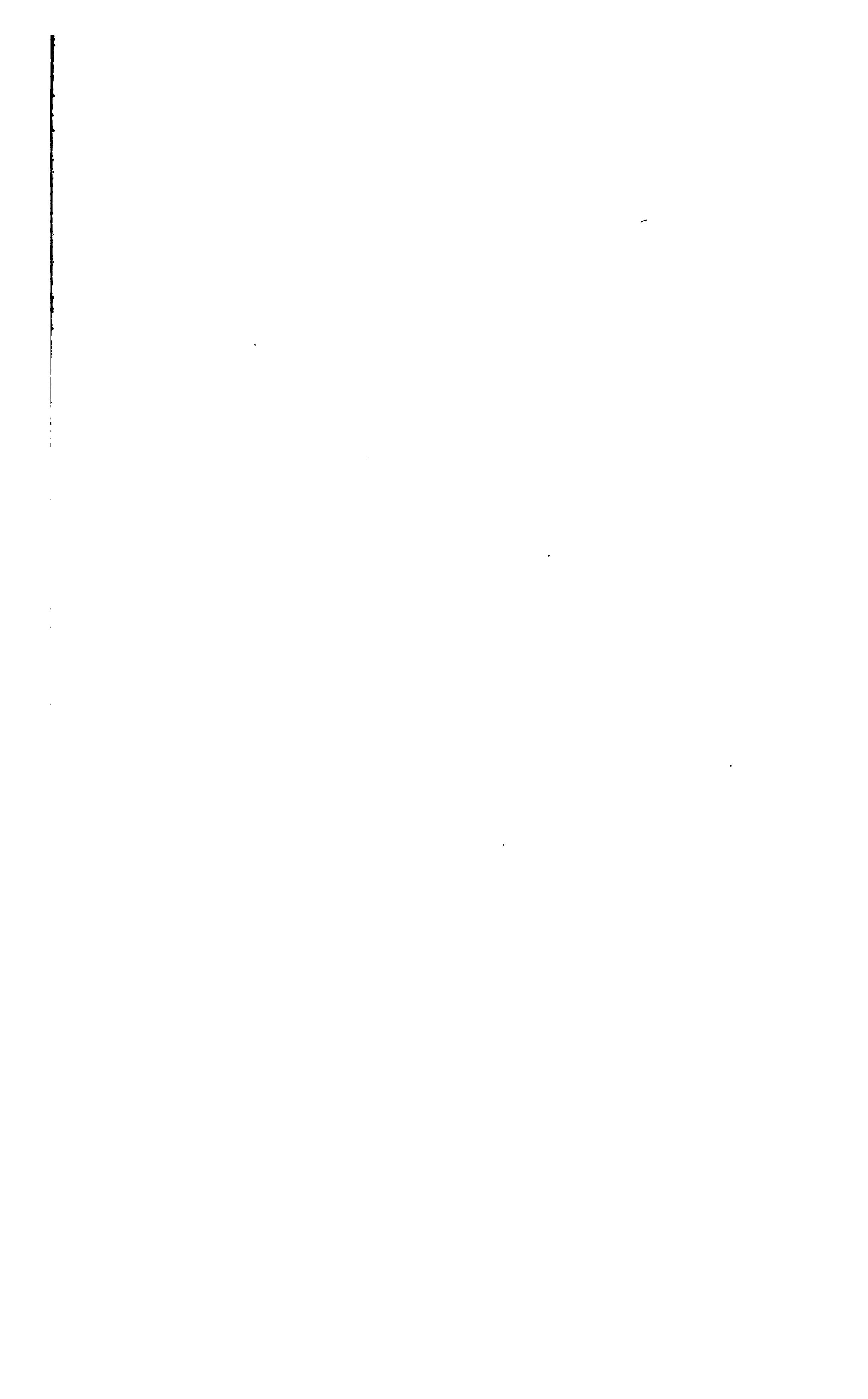


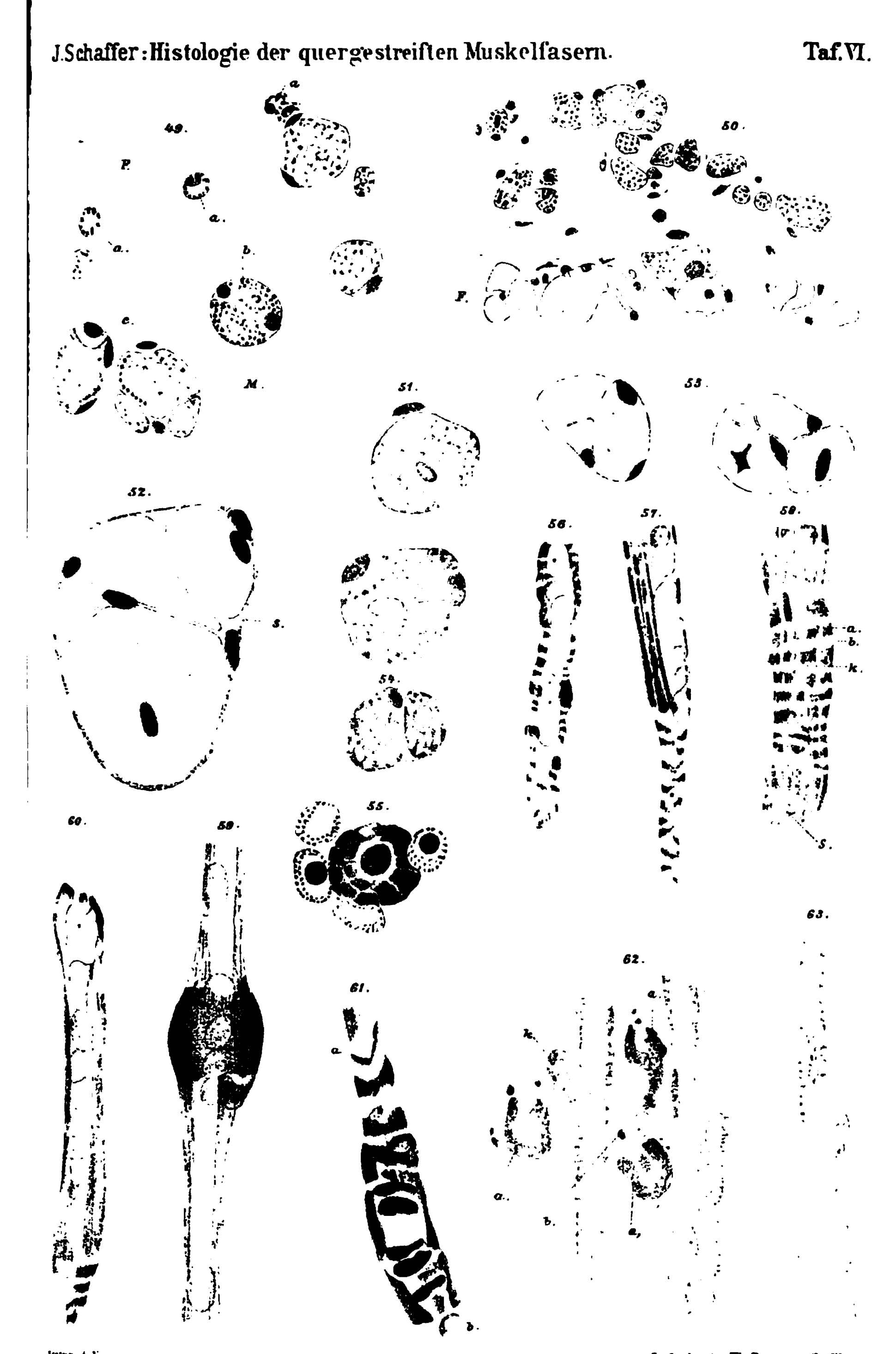
Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien





Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

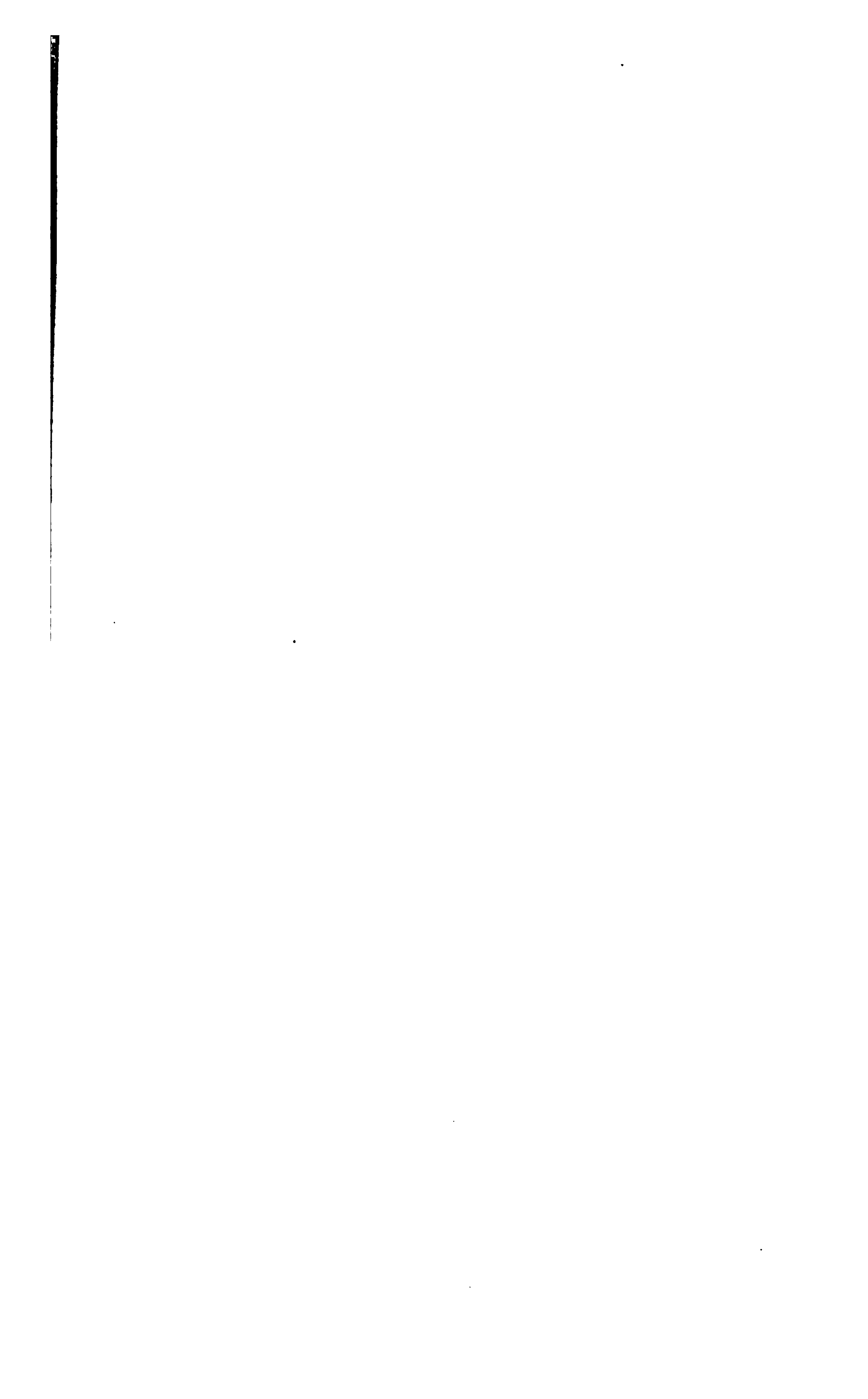


Fig. 45. Querschnittspartie aus der seitlichen Rückenmusculatur einer *Coronella laevis*. 50% Alk. Querschnitt in Alk. liegend gezeichnet. Anscheinend helle, dünnere, rundliche und dicke, polygonale, trübe Faserquerschnitte. Vergr. 124.

Fig. 46. Dasselbe Object. Ein gequollener Trockenquerschnitt aus derselben Region. Die im vorigen Präparate trüben Fasern erscheinen nun homogen, hell, die rundlichen, dünnen durch interstitielle Körnchen getrübt. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 47. Partie aus der Nackenmusculatur von *Anguis fragilis* nach Härtung in Palladiumchlorid. Gegen die Mitte des Schnittes; helle und trübe Fasern. Bei *a* eine verdichtete Faser. Das Sarkolemm *s* ist als dunkler gefärbter Doppelcontour deutlich sichtbar.

Fig. 48. Querschnittpartie aus dem M. geniohyoideus. Weisse Maus. Flemming. Helle und trübe Fasern. Zahlreiche Fasern mit innenständigen Kernen. Vergr. 124.

Taf. VI.

Fig. 49. Faserquerschnitte aus dem Übergange der unteren Fläche des Cucullaris (bei *M*) in die Fascie (bei *F*). Die Fasern genau nach ihrer Lage eingezeichnet, das Zwischengewebe weggelassen. Embryo von *Sciurus vulgaris* (7 *cm* Sch. St. Länge). Am weitesten gegen die Fascie zu vorgerückt frühembryonale Fasern (*a*); bei *b* eine dicke Faser in medianer Längstheilung, bei *c* Randabspaltung einer dünnen Faser. M. Fl. E. H. Vergr. 560.

Fig. 50. Muskelfasern aus der subfasciellen Partie des M. triceps eines neugeborenen Kätzchens. *F* Fascienbündel im Querschnitt. M. Fl. E. H. Vergr. 560.

Fig. 51—54. Querschnitte von in Längsspaltung begriffenen Fasern.

Fig. 51. Aus der subfasciellen Partie des Triceps. 12 Tage altes Kätzchen. M. Fl. E. H. Vergr. 800.

Fig. 52. Aus dem Gastroknemius des Justificirten. M. Fl. Die Spaltungsproducte noch vom gemeinsamen Sarkolemma *s* umhüllt. Vergr. 435.

Fig. 53. Aus dem Triceps (knapp unter der Fascie) eines ein Tag alten Kätzchens. M. Fl. E. H. Die Sarkoplasmadurchgänge zwischen den Säulchenfeldern dunkel gehalten. Vergr. 800.

Fig. 54. Aus der Rückenmusculatur eines älteren *Sciurus*-Embryo (7 *cm* Sch. St. Länge). Faser knapp unter der Fascie. M. Fl. Vergr. 800.

Fig. 55—62. Beziehen sich sämmtlich auf sarkolytische Fasern eines in M. Fl. gehärteten menschlichen Embryos von 12—13 Wochen. Vergr. 560.

Fig. 55. Querschnitt einer sarkolytischen Faser zwischen normalen Fibrillenröhren. Dieselbe zeigt im centralen Hohlraum einen Kern und an Stelle der Fibrillenquerschnitte grosse, homo-

genisirte Säulchenfelder mit deutlichen Sarkoplasmadurchgängen. Dorsale Halsmusculatur.

Fig. 56. Faser im Beginne der Sarkolyse. Mittlere Einstellung. In der Achse bereits Kernsäulenbildung und im Fibrillenmantel zu beiden Seiten zahlreiche, kleine Verdichtungsknoten, welche durch die noch normalen Fibrillenabschnitte verbunden sind.

Fig. 57. Eine solche Faser bei hoher Einstellung, übergehend in einen verdickten Abschnitt mit Kernsäule und homogenisirten, deutlich getrennten Säulchen.

Fig. 58. Sarkolytische Faser in einen dickwandigen, grobquergestreiften Hohlcylinder umgewandelt; mit Kernsäule *k* in der Achse und abwechselnd verdichteten (*a*) und normalen (*b*) Faserabschnitten. Bei *s* Zerbröckeln des verdichteten Fibrillenmantels in Sarkolyten. Dies ist das freie Ende der Faser.

Fig. 59. Faser mit einfachem, compactem Verdichtungsknoten und Kernsäule im Inneren desselben.

Fig. 60. Ende einer sarkolytischen Faser auf eine längere Strecke in einen längsstreifigen, verdickten Hohlcylinder mit Kernsäule umgewandelt. Oberarmmusculatur.

Fig. 61. Sarkolytisches Faserende mit quergestellten, abgeplatteten, stark gefärbten Kernen. Bei *b* freies Ende, bei *a* Übergang in einen mit Verdichtungsbändern versehenen Abschnitt, der weiterhin sich in eine normale Faser fortsetzt

Fig. 62. Partie aus der Scapularportion des Cucullaris. Zwischen normalen Fibrillenröhren die Producte der Sarkolyse. *a* Sarkolyten, welche durch den Einschmelzungsprocess von einem protoplasmaartigen Saum umschlossen erscheinen. Bei a_1 kann man einen solchen Sarkolyten noch als kurzhohlrinnenförmiges Fragment des vom axialen Kernstrang abgelösten, verdichteten Fibrillenmantels erkennen; bei *b* kleinster, nackter Sarkolyt, *k* freigewordener Muskelkern.

Fig. 63. Neubildung einer jungen Muskelfaser in Zusammenhang mit einer alten. Aus der Sternalinsertion des M. pectoralis major eines 6 Monate alten, menschlichen Embryo. M. Fl. E. H. Homogene Immersion, Apochromat 2 *mm* Reichert. Vergr. 755.

Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes

(II. Mittheilung)

Versuche an Krebsen

von

Dr. **Alois Kreidl,**

Assistenten am physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren.)

I. Einleitung.

Noch vor ungefähr 20 Jahren schrieb Breuer[1] über den Otolithenapparat folgendermassen: »Wenn man Otolithen in einem Bläschen findet, auf welchem sich ein Nerv ausbreitet, wie bei den niederen Thieren, so ist von vorneherein ungewiss, welcher Perception der Apparat vorsteht, der Wahrnehmung der Bewegung des eigenen Körpers oder dem Hören.

»Ich vermag darüber keine Meinung auszusprechen, hielte es aber für ein dankbares Unternehmen, die Gehörorgane niederer Thiere von diesem Gesichtspunkte aus zu betrachten. Wenn ich bedenke, wie wichtig für Wasserthiere die Empfindung passiver Bewegung ist, da sie durch die Strömung so viel mehr und intensiver bewegt werden, als Luftthiere durch ihr Medium und wie bei niederen Thieren schon die Gehörbläschen auftreten, wo kaum ein Pigmentfleck der Lichtperception vorsteht, wie bei Medusen die »‚Randkörper‘« u. s. f., dann scheint mir die Frage nahezuliegen, ob denn die grobe Perception des

[1] Breuer J., Über die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Med. Jahrb. 1874. S. 44.

Otolithenstosses und damit die Bewegung des Körpers nicht die erste Leistung dieses Organes ist.«

Mach[1] hat fast zur selben Zeit die Ansicht ausgesprochen, dass die Empfindungen der Progressivbeschleunigungen und der Lage wahrscheinlich durch den Sacculus vermittelt werden, da der Sacculus den Forderungen entspricht, »welche an ein Organ zur Empfindung der Lage und Progressivbewegung gestellt werden müssen.«

Auch Cyon[2] spricht auf Grund seiner Versuche an Neunaugen sich dahin aus, dass die sogenannten Gehörorgane der wirbellosen Thiere lediglich Organe des Raumsinnes sind.

Trotzdem es in Folge der genannten Hypothesen sehr naheliegend war, auf die zweifelsohne einfacheren Verhältnisse bei Wirbellosen zurückzugreifen, und aus der Function eines Organes, das bei niederen Thieren gewiss eine wichtigere Rolle spielen musste, als bei höher organisirten, auf das weit complicirtere Organ der Wirbelthiere zu schliessen, fand die von den genannten Forschern gegebene Anregung geringe Beachtung, während anderseits die Frage nach der physiologischen Function der Bogengänge sehr lebhaft für und wider discutirt wurde.

Erst viele Jahre später wurde dieses Thema wieder aufgenommen. Viguer[3] und insbesondere Y. Delage[4] wiesen an wirbellosen Thieren nach, dass dieselben nach Entfernung ihrer Otocysten, die Orientirung verlieren, und schlossen daraus, dass die Otolithen dieselbe Rolle spielen, wie das Labyrinth der Wirbelthiere.

Engelmann[5] gelangt nun auf Grund dieser Untersuchungen und von Beobachtungen von Chun über die Otolithen der Ctenophoren zu der Anschauung, dass die Kalk-

---

[1] Mach, Versuche über den Gleichgewichtssinn. Zweite Mittheilung. LXIX. Bd. der Sitzungsberichte der kaiserl. Akad. d. Wissensch.

[2] Cyon, Gesammelte physiologische Arbeiten. 1880.

[3] Viguer, Sur les fonctions des canaux semicirculaires, Comptes rendus t. CIV, p. 868.

[4] Delage Y., Sur une fonction nouvelle des otocystes. Compt. rend. CIII. Derselbe, Arch. d. zoolog. experiment. 2. serie. T. V. 1887.

[5] Engelmann, Ueber die Function der Otolithen. Zoolog. Anzeiger 1887, Nr. 258.

körper der niederen Thiere einen Apparat für die Erhaltung des Gleichgewichtes bilden und meint, dass dasselbe oder ein wesentlich ähnliches Princip automatischer Regulirung des Gleichgewichtes auch anderwärts im Thierreiche Anwendung findet. Er spricht sich darüber folgendermassen aus: »Ich erwähne das sehr allgemeine Vorkommen von Otolithen bei frei beweglichen Thieren, ihr Fehlen bei vielen (wo nicht den meisten?) festsitzenden oder träge kriechenden Formen, ihre Rückbildung (Schwinden oder Zerfall) namentlich bei festsitzenden Formen, die in ihren freibeweglichen Jugendzuständen ansehnliche Otolithen besitzen, das häufige Eingebettetsein der Gehörbläschen in weiches, unelastisches Gewebe (viele Mollusken), die sehr allgemeine Verbindung mit, bezüglich ihrer Lagerung auf oder zwischen den Spitzen elastischer haar- oder borstenförmige Zellauswüchse, welche als lange Hebelarme die mit Abweichung des Körpers aus der Gleichgewichtslage nothwendig verbundene Änderung des vom Otolithen auf sie ausgeübten Druckes verstärkt auf die mit Nerven verbundenen Zellkörper, in denen sie wurzeln, zu übertragen geeignet scheinen.«

»Auch da, wo, wie auf den sogenannten Maculae acusticae im häutigen Labyrinth der meisten Knorpelfische, der Amphibien Reptilien, Vögel und Säuger, anstatt eines einzigen grösseren Otolithen oder einer festverwachsenen Gruppe von Gehörsteinen, zahllose kleine, durch ein weiches Medium zu einer Art Platte verbundene Steinchen auf dem Haarbesatze des Nervenepithels lagern, wobei allgemein die Haare tief in die Platte einzudringen scheinen, darf man Ähnliches erwarten.«

»Von unserem Standpunkte verliert auch die merkwürdige, von Hensen experimentell festgestellte Thatsache ihr Befremdliches, dass die Otolithen bei gewissen Krebsen (*Palaemon antennarius*) nichts Anderes sind, als Sandkörnchen, Steinchen, Krystalle beliebiger Art, welche das Thier nach jeder Häutung mittelst seiner Scheeren vom Boden aufliest und »‚instinctmässig'« in die mit einer Öffnung versehene Gehörblase einschiebt, wo sie dann auf die Hörhaare zu liegen kommen. Dass ein derart roh und wechselnd aufgebauter Steinhaufen für Umsetzung von Schallwellen in etwas unseren Gehörsempfindungen

Entsprechendes nicht besonders geeignet sein kann, dünkt mir kaum zweifelhaft.«

Breuer[1] hat nun in den letzten Jahren in einer ausführlichen Arbeit auf Grund von Thierversuchen und Erfahrungen an Menschen seine Theorie weiter ausgebaut, indem er gezeigt, dass die Otolithenapparate der Wirbelthiere ganz ebenso im Raume disponirt sind, wie die Bogengänge, da die Macula utriculi in der Ebene des horizontalen, die Macula sacculi in der des sagittalen und die Axe der Lagena in der Ebene des frontalen Bogenganges liegen und so geeignet sind, uns über die Lage im Raume zu orientiren. Die Otolithen liefern bei Lageveränderung des Schädels entsprechende veränderte Empfindungen in folgender Weise: Jeder Otolith ruht, umgeben von einer specifisch leichteren Flüssigkeit, auf Haaren, die aus dem Nervenepithel austreten, umbeugend in eine gelatinöse Masse eingehen und mit ihr eine Platte bilden; wenn die Platte horizontal ist, so wird der Otolith senkrecht auf ihre Fläche drücken; bei einer Neigung muss die Schwere der Otolithen einen seitlichen Zug, beziehungsweise Druck ausüben. Wird dieser Zug oder Druck empfunden, so kann auf diese Weise die Lage gegen die Verticale zur Wahrnehmung gelangen.

Verworn[2] hat an wirbellosen Thieren (Ctenophoren) Versuche angestellt und gezeigt, dass dieselben, wenn man die Otolithen zerstört, nicht mehr ihre Gleichgewichtsstellung wieder aufsuchen.

Die Arbeiten der letzten Jahre waren mehr oder weniger dahin gerichtet, die von Breuer, Mach und Engelmann vorgebrachte Ansicht, auf ihre Stichhaltigkeit zu prüfen, und ich will kurz die Ergebnisse nach den verschiedenen Thierclassen zusammenstellen.

Nachdem schon Goltz[3] früher constatirt hatte, dass Frösche mit beiderseits zerstörtem Labyrinth nicht im Stande sind, ihr Gleichgewicht zu behaupten, wenn man sie durch

---

[1] Breuer, Über die Function der Otolithenapparate (Pflüger's Archiv, XLVIII. Bd., 1890.

[2] Verworn, Gleichgewicht und Otolithenorgan (Pflüger's Archiv, L. Bd., S. 423).

[3] Goltz, Archiv für Physiologie, 1870.

Neigung auf einem Brette zwingen will, Balancirbewegungen zu machen, konnte nun Schrader[1] zeigen, dass Frösche, welchen er das Labyrinth beiderseits zerstört hatte, auf der Drehscheibe nicht reagiren, ruhig sitzen bleiben, weder mit dem Kopf noch mit dem Rumpf Bewegungen ausführen.

Breuer[2] findet, dass nach der Schrader'schen Methode operirte Frösche mit dem Bauche nach oben ins Wasser gesetzt, grosse Strecken auf dem Rücken schwimmen und ebenso öfters auf dem Rücken liegend am Boden des Gefässes gefunden werden.

Schiff[3] bestätigt dasselbe Verhalten bei Fröschen nach Durchschneidung des Acusticus.

Bei Fischen hat Loeb[4] gefunden, dass Haifische, denen man beiderseits das Labyrinth zerstört, im Wasser desorientirt sind und auf dem Rücken ebenso schwimmen, wie auf dem Bauche. Ich[5] konnte diese Angaben bestätigen und zeigen, dass Haifische ohne Otolithen auf der Drehscheibe ohne Reaction bleiben. In gleicher Weise hat auch Lee[6] unter Anderem diese Angaben Loeb's bestätigt.

Bei Hunden fand Schiff,[7] dass dieselben nach Acusticusdurchschneidung ungeschickt und ängstlich beim Springen von einem Tische sind. Bechterew,[8] dass solche Thiere nach beiderseitiger Durchschneidung des Acusticus starke Störungen des Körpergleichgewichtes aufweisen, »die sich in der Unfähig-

---

[1] Schrader, Zur Physiologie des Froschgehirnes. Pflüger's Archiv, 47. Bd., S. 47.

[2] Breuer, l. c.

[3] Schiff, Sur le vôle des rameaux non auditifs du nerf acoustique. Arch. d. sciences phys. et nat. 15 févr. 1891, III per XXV.

[4] Loeb, Die Orientirung der Thiere gegen die Schwerkraft der Erde (thierischer Geotropismus) Würzburger Sitzungsberichte 1888. — Derselbe, Über Geotropismus bei Thieren. Pflüger's Archiv, XLIX. Bd. S. 175.

[5] Kreidl, Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes (I. Mittheilung). Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CI. Abth. III. 1892.

[6] Lee, Über den Gleichgewichtssinn. Centralblatt f. Physiologie. Bd. VI, N. 17, 1892.

[7] L. c.

[8] Bechterew, Ergebnisse der Durchschneidung des N. acusticus etc. (Pflügers Archiv, XXX Bd., S. 312, 1883).

keit zu gehen und zu stehen bei vollständigem Fehlen einer Lähmung der Extremitäten ausdrücken«.

Bei Menschen hat James[1] constatirt, dass Taubstumme im Wasser, wo die übrigen orientirenden Gravitationsempfindungen des Körpers wegfallen, ihre Orientirung vollständig verlieren. Ich[2] konnte ebenfalls an Taubstummen zeigen, dass dieselben im Gegensatz zu normalen Menschen während der Rotation keiner Täuschung über die Richtung der Verticalen verfallen, dass Taubstumme bei geschlossenen Augen auf einem Beine nicht stehen können.

Den Befunden an Fröschen und an Wirbellosen (Krebsen) hat Steiner[3] widersprochen. Negative Resultate bei Fischen fanden Tommaszewicz,[4] Sewall,[5] Kiesselbach[6] und Steiner.[7] W. Preyer[8] und K. L. Schäfer[9] sind wieder für die Ansicht eingetreten, dass die Ampullen der Bogengänge der Wahrnehmung bestimmter Schallrichtungen dienen.

Eine gesonderte Stellung nimmt Ewald[10] ein, der in einer ausführlichen Arbeit seinen Standpunkt dahin charakterisirt, dass er, unter Anerkennung der Theorie vom statischen Sinne, jenen Theil des Labyrinthes, der dem Hören dient, als Hör-

---

[1] Sense of dizzines in deafmutes by W. James Harvard. Univ. Americ. Journ. of Otology, 1883.

[2] Kreidl, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes auf Grund von Versuchen an Taubstummen. (Pflüger's Archiv LI. Bd. S. 119).

[3] Steiner, Sur la fonction de canaux semicirculairs. Comptes-rendus, 1887.

[4] Tommaszewicz, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. Inaug. Diss. Zürich, 1877.

[5] Sewall, Experiments upon the ears of fishes with reference to the unction of equilibrium. (Journ. of Physiol. IV., 339.)

[6] Kiesselbach, Zur Function der halbzirkelförmigen Canäle. Archiv d. Ohrenh. XVIII. Bd. 1882.

[7] Steiner, Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phyllogenese, 2. Abth., Fische. Vieweg, 1888.

[8] Preyer, Die Wahrnehmung der Schallrichtung mittelst der Bogengänge zum Theil nach Versuchen von K. L. Schäfer. Arch. f. d. ges. Physiol. XL. Bd.

[9] Schäfer, Über die Wahrnehmung eigener passiver Bewegungen durch den Muskelsinn. (Pflüger's Archiv, XLI. Bd., S. 567.

[10] Ewald, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden, 1892.

labyrinth, den anderen als Tonuslabyrinth bezeichnet, da derselbe zu dem Muskeltonus in Beziehung steht, und dass er damit jene Störungen zu erklären sucht, welche man bisher auf ein mangelhaftes Functioniren oder den Wegfall des statischen Sinnes bezogen hat.

Nach Ewald beeinflusst jedes Labyrinth den Tonus der Kopf-, Nacken- und Wirbelsäule-Musculatur der gekreuzten Körperseite, die Strecker und Abductoren der gleichen, Beuger und Adductoren der gekreuzten Seite.

Girard[1] nimmt dagegen an, dass es sich um eine erhöhte Muskelenergie (augmentation de l'énergie musculaire) der gekreuzten Extremität handle. Er fand, dass bei einseitig operirten Thieren die Muskeln der gekreuzten Extremität schon auf geringere elektrische und mechanische Reize reagiren, als die der gleichen Seite. Auch führen die Muskeln der gekreuzten Extremität stärkere willkürliche Contractionen aus.

Alle diese zahlreichen Versuchsergebnisse, die ich in Kürze aus der Literatur hervorgehoben habe, zeigen, dass sich die ursprünglich von Mach und Breuer aufgestellte Hypothese allmälig Bahn gebrochen und sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat.

Ehe ich meine eigenen Versuche, welche sich auch zu einer Stütze der Theorie gestaltet haben, anführe, seien mir folgende Bemerkungen gestattet.

Da es nicht zu leugnen ist, dass Versuche, bei welchen die Otolithenexstirpation durch Ausreissen der ganzen Antenne bewerkstelligt, wohl auch noch die Augen exstirpirt werden, den Vorwurf Steiner's[2] nicht unberechtigt erscheinen lassen: »Je ne trouve pas étrange, que les animaux, qu'on a privés de deux sens si importants montrent quelque défectuosité quant à leur orientation dans l'espace,« so habe ich mich bemüht, die Bedeutung der Otolithenfunction in der reinsten Form zu studiren. Es war dasselbe Bestreben, das mich zu den früheren Versuchen an taubstummen Menschen geführt hatte, die ja auch, abgesehen von dem Ausfall der Function des Nervus octavus, als vollkommen normal zu betrachten sind.

[1] Girard, Recherches sur la fonction des canaux semicirculairs de l'oreille interne chez la grenouille. (Archive de Physiologie [5] IV. 2. p. 353.)

[2] Steiner, l. c.

Es wird sich alsbald zeigen, dass jene Versuche der Mehrzahl meiner Vorgänger, obwohl sie nicht absolut eindeutig waren, zu einem richtigen Ergebniss geführt haben.

II. Eigene Experimente.

1. Versuche mit dem Magneten.

Den Ausgangspunkt für meine Versuche bildete die von Hensen[1] im Jahre 1863 zuerst experimentell festgestellte Thatsache, dass gewisse Krebse bei der Häutung ihre Otolithen verlieren und sich dieselben nach der Häutung wieder frisch bilden, und zwar gleichgiltig, was für ein Material ihnen dazu geboten wird. Hensen setzte frisch gehäutete Krebse in ein Gefäss mit Wasser, in welchem sich keine anderen festen Körper befanden als Harnsäurekrystalle und fand nachher in den Otolithensäckchen die Harnsäure als Otolith wieder. »Interessant war es, den *Palaemon* zu beobachten, wie er eifrig mit seinen Scheeren auf dem Boden des Glases umhergriff, und sie (die Harnsäure) dann in die Ohrblase hinführte; ich sah zwar nicht, dass er etwas zwischen den Scheeren hatte, jedoch sieht man die Körner der Blase schon recht schwierig mit blossem Auge!«

Mayer[2] hat später diese Angabe von Hensen bestätigt, indem er zeigte, dass *Palaemonetes varians* auf Silberkörnchen gesetzt, Silber in seinem Otolithensäckchen nachweisen liess.

Ich verdanke nun Herrn Prof. Exner folgende glückliche Idee: Wenn es möglich wäre, dem Thiere auf diese Weise Eisen in seine Otolithensäckchen hineinzubringen, so könnte man mittelst eines Magneten jene Bewegungen der Otolithen hervorrufen, die die Hypothese ihnen behufs Wahrnehmung der Lage des Körpers zuschreibt. Man hätte auf diese Weise ein Mittel in der Hand, am vollständig normalen Thiere die Function der Otolithen zu prüfen und zu sehen, ob die aufgestellte Hypothese richtig ist.

---

[1] Hensen, Studien über das Gehörorgan der Decapoden. (Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XIII. Bd., S. 319.)

[2] P. Mayer, Carcinologische Mittheilungen. (Mittheilungen der zoologischen Station zu Neapel. 2. Bd. 1881.)

Wenn sich der Ausführung dieses Gedankens anfangs auch grössere Hindernisse in den Weg stellten, so ist es mir doch gelungen, — was ich hier gleich vorweg nehmen will — dieses Experiment auszuführen.

Bevor ich jedoch an die Beschreibung der Versuche und Versuchsergebnisse gehe, will ich in Kürze einige anatomische und histologische Daten vorausschicken, insoweit sie zur Klärung der physiologischen Verhältnisse nothwendig sind; die ausführliche anatomische Beschreibung findet sich in der vortrefflichen Arbeit Hensen's.

a) Anatomisches.

Die Otocysten von *Palaemon* — meine Versuche habe ich an der zoologischen Station zu Neapel, und zwar an *Palaemon xiphios* und *squilla* ausgeführt — liegen im basalen Gliede der inneren Antenne und sind mit freiem Auge als schwarze Punkte sichtbar (Tafel I, Fig. 1. 0). Die Gehörbläschen haben die Gestalt einer rundlichen, an der unteren Fläche eingebuckelten Blase, welche durch eine Öffnung nach aussen direct mit dem Seewasser communicirt. Bei schwacher Vergrösserung sieht die frische Gehörblase wie eine mit Flüssigkeit und braunen Massen gefüllte Kugel mit durchsichtigen Wänden aus, die einen seitlichen Fortsatz hat; wenn man eine frische Otocyste bei stärkerer Vergrösserung untersucht, so bemerkt man auf der nach innen vorgewölbten Fläche feine in einem nicht vollkommen zum Kreise geschlossenen Bogen angeordnete Härchen, deren unterer Fusstheil von der Unterlage aufsteigt und deren obere dünnere Hälfte rechtwinkelig oder spitzwinkelig nach dem Centrum hinstrebt. Hensen beschreibt bei *Palaemon antennarius:* »Die betreffenden Haare dieses Thieres stehen in einem nach rückwärts offenen Halboval in einfacher Reihe, nur an dem lateralen hinteren Ende verdoppelt sich die Reihe der hier freier gewordenen Härchen. Es sind ihrer etwa 40.«

Die horizontal verlaufenden Antheile der Haare verfilzen untereinander mit denen der gegenüberliegenden Seite und bilden, wie Hensen meint, einen Teller, auf welchem nun die Otolithen liegen. (Tafel I, Fig. 2.) Die horizontalen Abschnitte der Härchen befinden sich in einer gelatinösen Masse, in

welche die Otolithen eingeschlossen zu sein scheinen, ähnlich wie bei den Wirbelthieren. An Querschnitten sieht man das Umbiegen bloss an den aussen stehenden Haaren. (Fig. 2.) Die Haare bestehen nach Hensen aus dem central verlaufenden Nerven *n* (Tafel I, Fig. 3), der Kugelmembran *K* und dem Haarschaft *h*. Die Nervenäste treten durch den Porencanal (Fig. 3 nicht sichtbar) zu jedem einzelnen Härchen und laufen in den Schaft hinein.

Was die Otolithen anbelangt, so sind dieselben von verschiedenartigem Aussehen; man findet einzelne Krystalle (Kieselsäure) Kalk und andere Sandpartikelchen und bräunliche Massen von schwer bestimmbarer Herkunft (Fig. 2, 3, 4 und 6). Die Haare treten in diese Massen hinein und sind mit denselben innig verbunden, so dass jede Bewegung dieser Massen auch eine Verbiegung oder Verzerrung der Härchen nach sich ziehen muss.

Die Ebenen der beiden Otolithenapparate schliessen einen Winkel von 120° mit einander ein; die Ebene des einzelnen Otolithen bildet mit der Horizontalebene einen Winkel von 30° (Tafel I, Fig. 4). Wie aus der genannten Figur zu ersehen ist, ist eine genaue Messung der Ebene des Nervenepithels nicht möglich; die Winkelangaben können also nur den Anspruch eines Annäherungswerthes machen, umsomehr, als die Ablesungen an einem gehärteten Präparate stattgefunden haben, wo das Erstarren der Muskel Abweichungen von der Norm ergeben kann. Auch sind die Antennen im Leben beweglich.

Über nähere anatomische Details vergleiche man auch noch die Tafelerklärung.

b) Experimentelles.

Nach vielen vergeblichen Versuchen, frisch gehäutete Krebse zu ertappen, ehe sie sich Otolithen eingeführt hatten, ist es mir endlich gelungen, auf folgende Weise zum Ziele zu gelangen. Die Krebse — *Palaemon xiphios* und *squilla* — wurden in kleinen quadratischen Bassins gehalten von beiläufig 40 *cm* Seite; diese Bassins waren so vollständig, als nur irgend möglich gereinigt. Um Irrthümer zu vermeiden, wurden dieselben überdies noch in so viel Unterabtheilungen getheilt, als Thiere da waren. Durch die abgestreifte Haut wurde sofort

erkannt, welcher Krebs sich gehäutet hatte. Ich besass drei solche Bassins mit zusammen 27 Einzelkammern, in welchen sich gleichzeitig 27 Exemplare befanden. Anfangs machten mir die Thiere auch darin Schwierigkeit, dass sie sich in diesen Einzelkammern nicht recht häuten wollten: ich versuchte es nach Hensen damit, die Thiere zu füttern, doch auch da kam es unter Tags, während ich in der Station war, nicht zur Häutung, wogegen, wenn ich am nächsten Morgen ins Zimmer trat, die Thiere sich bereits gehäutet und auch schon, trotz der sorgfältigen Reinigung, Otolithen neu eingeführt hatten.

Ich musste daher gegen Abend, bei Eintritt der Dunkelheit die Station aufsuchen, und da endlich gelang es mir, die Thiere kurze Zeit nach der Häutung zu erhalten.

Ein solches Thier nahm ich aus seiner Zelle heraus und brachte es in eine weite Glasschale, welche mit filtrirtem Seewasser gefüllt war, und in welche ich dann eine Menge fein gepulvertes Ferrum oxyd. hydrog. reduct. — ein pharmakologisches Präparat, aus feinstem metallischem Eisen bestehend — brachte. Kurze Zeit, nachdem sich das Thier von der Häutung erholt — die Thiere liegen nach der Häutung ziemlich bewegungslos da — beginnt es, sich nun die Otolithen in seine Gehörbläschen zu bringen. Wenn man nach einigen Secunden zusieht, so bemerkt man auf dem Basalgliede der inneren Antenne, über der Stelle der Otocysten, eine grössere Menge feinen Eisenstaubes liegen. Wenn man nun länger zusieht, so bemerkt man, dass das Thier mit den Scheeren am Boden des Gefässes nach Eisenpartikelchen greift und sie auf die Antenne bringt, und zwar fährt es gewöhnlich mit der rechten Scheere unter dem Rostrum nach der linken Otocyste, und mit der linken nach rechts, so dass sich die Scheeren unter dem Rostrum kreuzen. Mit der Lupe sieht man, wie es feine Eisenpartikelchen in den Scheeren hält, und wie es die grösseren Körner liegen lässt, während es die feineren in die Otocysten bringt; das Thier trifft gewissermassen eine Auswahl unter den Eisenkörnchen.

Wiewohl die Thiere bei genügend reichlichem Material bald ihre Otolithen hatten, liess ich dieselben doch längere Zeit in filtrirtem Seewasser, und liess auch nur filtrirtes

Seewasser zufliessen, um dem Thiere jede Möglichkeit zu benehmen, sich aus anderem Material Otolithen zu bilden.

Um mich zu überzeugen, ob sich die Thiere auch wirklich Eisen in das Gehörbläschen hineingebracht hatten, tödtete ich die ersten Exemplare und untersuchte die Otocysten mikroskopisch und chemisch. Unter dem Mikroskop konnte man sofort erkennen, dass die Gehörblase anscheinend ausgefüllt war mit glänzenden Eisenpartikelchen; manche von diesen Thieren hatten jedoch auch mitunter braune Massen neben dem Eisen in den Otocysten; selbstverständlich war auch die chemische Reaction mit Ferrocyankali positiv. Dass auch die Thiere wirklich das ihnen gebotene Eisen zu den Otolithen verwenden, und zwar in der gleichen Weise, wie das ihnen von Natur aus gebotene Material, zeigt die Figur 5, Tafel II, wo die Otolithenmasse ferr. oxyd. hydrog. red. ist. Man sieht in dieser Figur, die einem später in Wien angefertigten Präparate entnommen ist, dass die einzelnen Härchen in die aus »Eisen« bestehende Masse eintreten und den »Otolith« in gleicher Weise tragen, wie in der normalen Otocyste.

Dass diese Masse Eisen ist, ergab die an einem zweiten mikroskopischen Schnitte ausgeführte mikro-chemische Reaction; nur war dieses Eisen an dem durch längere Zeit in Alkohol conservirten Thiere oxydirt und zu einer braunen Masse verwandelt.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Thiere wirklich »eiserne« Otolithen hatten, ging ich nun daran, dieselben mit dem Magneten zu untersuchen.

Ich verwendete ursprünglich einen hufeisenförmigen Elektromagnet; nachdem sich derselbe jedoch als unzweckmässig erwies, construirte ich mir einen, der in eine schlanke Spitze ausging, um mit Bequemlichkeit an die Otolithenbläschen heranzukommen. Dieser Elektromagnet war 160 *mm* lang, 8 *mm* dick, das untere Ende war auf 3 *cm* freigelassen, und an der Spitze $^1/_2$ *mm* breit; der Eisenkern war mit vier Lagen einer $^1/_2$ *mm* dicken Drahtes umwickelt und trug bei 2 Chromsäure Tauchelementen ein Gewicht von 170 *g*.

Die Versuchsanordnung war gewöhnlich die, dass das Thier, das auf seine Reaction gegen den Magneten untersucht

werden sollte, in eine flache Glasschale gebracht wurde; den Strom lieferten 2 Chromsäure-Tauchelemente, ausserdem benützte ich einen Stromwender und einen Schlüssel.

Bevor ich daran ging, das Verhalten der Thiere gegen den Magneten zu studiren, musste ich erst die Frage entscheiden, ob es überhaupt möglich ist, auf das Eisen in den Otolithensäckchen mit dem Magneten einzuwirken, ob es nicht durch die Flüssigkeit in der Gehörblase derart verändert wird, dass es nicht mehr angezogen wird. Diese Frage war bald im günstigen Sinne entschieden, denn es war möglich, ein Thier mit »eisernen« Otolithen mit dem Magneten festzuhalten und im Wasser herum zu ziehen, ja sogar aus demselben herauszuheben, wenn man ganz an die Otocyste heranging.

Die Thiere, welche »eiserne« Otolithen hatten, zeigten nun folgendes ganz charakteristisches Verhalten: Wenn man den Magnetpol einer Otocyste von seitlich und oben nähert, so bleibt das Thier, so lange kein Strom durch den Elektromagneten geht, vollkommen ruhig; in dem Moment, wo man den Strom schliesst und der Stab zu einem Magneten wird, dreht sich das Thier vom Magneten weg, so dass die Medianebene seines Leibes geneigt ist, und zwar entfernt sich dieselbe umso stärker vom Magneten weg, je näher man an das Thier herankommt.

Wenn man beispielsweise von rechts oben an das Thier herankommt, das Thier in normaler Stellung gedacht, so neigt es sich mit dem Rücken nach links, nähert man sich dem Thier von der entgegengesetzten Seite, so neigt es sich mit dem Bauch nach links; wenn das Thier wegzukriechen versucht, so kann man, wenn man mit dem Magneten schnell genug folgen kann, das Thier in dieser Lage fortkriechen lassen.

Bei dieser Seitwärtsneigung führen die Thiere Augenbewegungen aus, und zwar in der Weise, dass sich die Augen bei einer Drehung nach rechts um die Längsaxe des Thieres nach links zurückdrehen.

Näherte ich mich mit dem Magnetpol von unten und seitlich, so neigte sich das Thier in einer gewissen Entfernung mit dem Rücken nach der Seite des Magneten; wenn also der

Magnet rechts vom Krebsen in die Schale gesenkt wurde, so neigte sich das Thier — das Thier wieder von vorne in normaler Lage gedacht — mit dem Rücken nach rechts. Auch bei dieser Neigung führte das Thier die oben erwähnten compensirenden Augenbewegungen aus. Die Erklärung für diese Erscheinungen liegt in der eigenthümlichen Stellung der Otolithenapparate; ich werde auf dieselben später ausführlich zurückkommen. Dass es sich um eine functionelle Reaction des Thieres handelt, hervorgerufen durch die Bewegungen der Otolithen und der Härchen und nicht um die physikalische Anziehung der oben geschilderten Art geht daraus hervor, dass die Bewegung des Thieres der physikalischen Anziehung des Thieres entgegengesetzt ist.

Ich habe mich übrigens noch durch folgenden Versuch von dem wesentlichen Unterschied dieser beiden Wirkungen überzeugt: Einem normalen *Palaemon* wurde auf dem Basalgliede der inneren Antenne aussen, entsprechend den Otocysten, eine beträchtliche Menge Eisen mittelst Asphaltlack aufgeklebt. Wenn man diesem Thiere denselben Magneten näherte, so wurde es erst in viel geringerer Entfernung als bei den früheren Versuchen mechanisch angezogen und führte dabei keinerlei Drehung um die Längsaxe aus; es konnte vielmehr, ohne dass es seine Stellung wesentlich änderte, nach rechts, links oder nach oben gezogen werden, um schliesslich an dem Magneten hängen zu bleiben.

Die Erklärung für dieses Verhalten der Thiere dem Magneten gegenüber ist in Folgendem gegeben:

Wenn sich ein Thier in normaler Lage befindet, so wirkt bloss die Schwerkraft auf die Otolithen und diese Schwerebeschleunigung ist es, welche von dem Thiere empfunden wird und dadurch demselben die Lage gegen die Verticale zur Wahrnehmung bringt.

Da nun, wie ich oben beschrieben und wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, die Ebene der Otolithen mit der Horizontalebene einen Winkel von circa 30° bildet, so ist es klar, dass die Schwerkraft, die auf die Otolithen wirkt, in zwei Componenten zu zerlegen ist, und zwar eine, welche auf die Unterlage, id est auf die Härchen drückt, und welche Druckcomponente heissen

möge, und eine zweite, welche an den Otolithen einen Zug ausübt in der Richtung nach aussen, welche ich als Zugcomponente bezeichnen möchte.

In Fig. 1 seien *AB* und *BC* die Ebenen der Otolithen, welche mit der Horizontalebene einen Winkel von 30° einschliessen und *O* der Schwerpunkt des Otolithen.

In dieser Figur sieht man, dass sich die auf den Otolithen *O* wirkende Schwerkraft *S* in zwei Componenten zerlegen lässt, und zwar *OD*, die Druckcomponente und *OZ* die Zugcomponente.

Wenn man nun auf den einen Otolithen eine zweite Kraft, also die magnetische Anziehung wirken lässt, so wird natur-

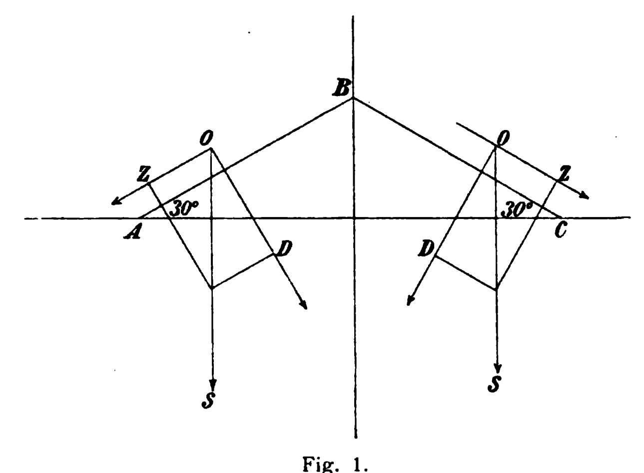


Fig. 1.

gemäss eine Verschiebung der auf den Otolithen wirkenden Kräfte auftreten. Wirkt entsprechend unserem ersten Versuche die magnetische Kraft (*M*), wie in Fig. 2 in der Richtung *OM*, so lässt sich diese ebenfalls in zwei Componenten zerlegen, von welchen die eine OD_1 der Druckcomponente entgegenwirkt, während sich die andere OZ_1 zu der Zugcomponente addirt. Das Thier wird eine Empfindung haben entsprechend dem Umstande, dass seine Otolithen mit der Kraft OD^2 gegen die Unterlerlage drücken und mit der Kraft OZ^2 nach seitwärts gezogen werden.

Fragen wir uns nun, unter welchen im normalen Leben des Thieres vorkommenden Verhältnissen das Thier dieselbe

Empfindung haben müsse, so finden wir, dass das bei einer Schiefstellung desselben der Fall ist, deren Neigung durch die folgende Construction (Fig. 3) gegeben ist, wo bei geänderter Lage des Thieres thatsächlich die auf die Unterlage drückende

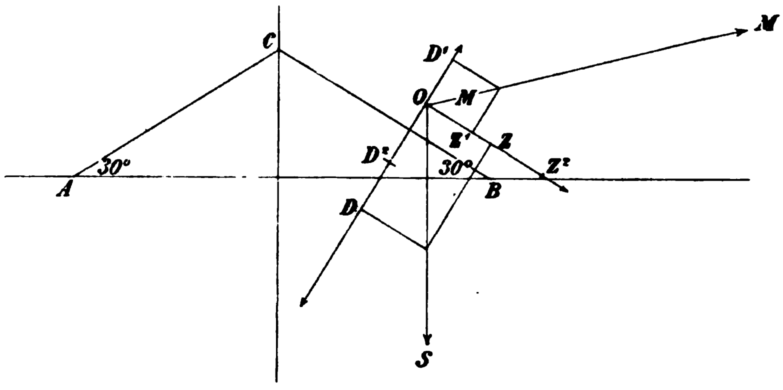


Fig. 2.

Componente der Schwerkraft OD gleich gross ist der Resultirenden von Schwerkraft und Magnetkraft in Fig. 2 = OD_2,

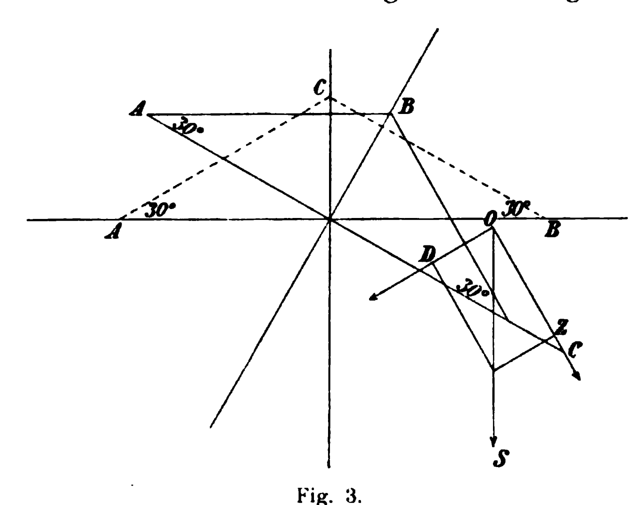


Fig. 3.

und wo die Zugcomponente OZ gleich ist OZ_2, das ist der Summe der beiden Zugcomponenten in Fig. 2. Das Thier wird also demgemäss in Folge Einwirkung des Magneten die Empfindung haben, nach der Seite geneigt zu sein, und zwar

wenn der Magnet rechts und oben ist, nach rechts, und es wird in Folge dessen, da es das Bestreben hat, seine normale Lage einzunehmen, versuchen, sich gerade zu legen, was es nur thun kann, wenn es sich entsprechend stark nach der entgegengesetzten Seite neigt. Das Thier wird sich also stets, wenn die magnetische Kraft in der angegebenen Richtung wirkt, vom Magneten wegwenden, und zwar umso stärker, je stärker die magnetische Kraft ist. Bei verschiedenen Stellungen des Magneten wird das Verhältniss zwischen Druck- und Zugcomponente variiren, immer aber wird ein Resultat in dem geschilderten Sinne eintreten.

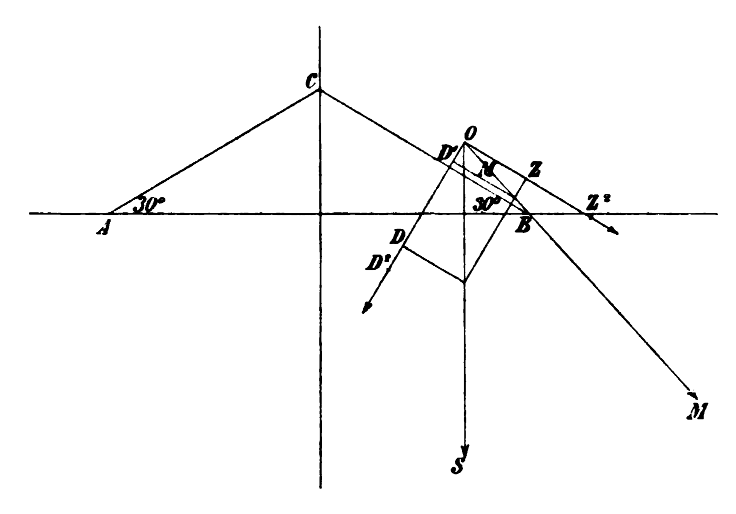


Fig. 4.

Befindet sich der Magnetpol seitlich und unten, so bewirkt er eine Anziehung des Otolithen nach unten. Fig. 4 entspricht diesen Verhältnissen, und man ersieht aus derselben, dass durch die Wirkung des Magneten beide Componenten vergrössert werden. Die Vergrösserung der Druckcomponente wird unter normalen Verhältnissen dann eintreten, wenn das Thier schief gestellt wird, wie das Fig. 5 zeigt.

Das Thier wird also wieder die Empfindung haben, eine Schiefstellung einzunehmen, wie sie in Fig. 5 gezeichnet ist, wo die Druckcomponente gleich ist der Summe der beiden Druck-

componenten von Schwerkraft und magnetischer Anziehung in Fig. 4; auch hier sind die Grössenverhältnisse so gewählt, dass OD in der Fig. 5 $= OD + OD_1 = OD_2$ in Fig. 4.

Das Thier wird nun wieder seine scheinbare Schiefstellung aufzugeben und sich in seine normale Lage zu begeben suchen, es wird sich also nach der entgegengesetzten Seite neigen.

Wenn man demnach wieder beispielsweise den Magneten dem Thiere von rechts und unten nähert, so wird es den Eindruck empfangen, als ob es nach links geneigt wäre und es wird sich nach rechts, das ist, zum Magneten neigen.

Man sieht daraus, dass das Thier seine Stellung nach der Druckcomponente regulirt, was ja nach dem anatomischen

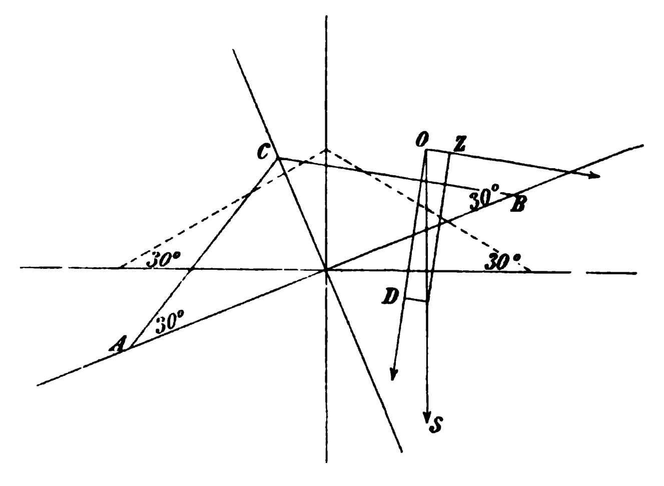


Fig. 5.

Baue des ganzen Organes zu erwarten war. Die Zugcomponente hat in den beiden beobachteten Fällen zugenommen; eine physiologische Wirkung derselben mit Sicherheit zu erkennen, ist mir nicht gelungen; ich bin jedoch weit davon entfernt, daraus zu schliessen, dass eine solche nicht existire.

Erwägt man, dass eine Kraft von gegebener Richtung in der grössten Mehrzahl der denkbaren Fälle auf symmetrisch gelegene Sinneshärchen der beiden Otolithenapparate eine in entgegengesetzter Richtung wirkende Zugcomponente liefert, so ergibt sich daraus eine Mannigfaltigkeit von möglichen

Sinneseindrücken, deren functionelle Bedeutung kaum in Zweifel gezogen werden dürfte. Besonders günstig in dieser Beziehung muss auch die gegenseitige Neigung der beiden Otolithenebenen wirken; ich denke hier nicht nur an die Wirkung der Schwerkraft, sondern noch viel mehr an die Bewegung der Thiere selbst, sei sie eine active oder passive.

Der Umstand, dass die Härchen im Kreise und wesentlich symmetrisch um den Otolithen angeordnet sind, deutet darauf hin, dass das Sinnesorgan einer Seite nicht nur zur Wahrnehmung der Beschleunigung in einer Dimension bestimmt ist. Bei den Wirbelthieren hat bekanntlich jeder Otolith eine Gleitrichtung (Breuer), wovon hier nichts zu merken ist; die Neigung der Ebene der Sinnesorgane beider Seiten führt aber die dritte Dimension des Raumes in die gemeinschaftliche Function beider Organe ein.

Diese Versuche mit dem Magneten zeigen nun in eclatanter Weise, dass wirklich die Otolithenapparate es sind, welche die Thiere über die Lage im Raume zur Verticalen orientiren und dass eine Lageveränderung der Otolithen das Thier von der veränderten Lage im Raume benachrichtigt.

Ich brauche wohl nicht erst darauf hinzuweisen, dass diese Versuche analog sind mit der an Menschen von mir und Anderen angestellten Rotationsversuchen, wo die Centrifugalkraft jene Wirkung auf die Otolithen ausübt, wie hier die magnetische Anziehung, und es entsprechen auch die Stellungen von rotirten Menschen und Thieren vollständig den Stellungen des Krebses mit seinen »eisernen« Otolithen gegen den Magneten.

Ich erinnere an die Stellung eines galoppirenden Pferdes, eines im Caroussel fahrenden Menschen oder eines rotirten Fisches.[1]

Die Versuche geben abermals einen Beweis dafür, dass die Otolithen der niederen Thiere Organe des statischen Sinnes sind. Interessant ist, dass auch bei diesen wirbellosen Thieren der Reflex auf die Augenbewegungen vorhanden ist.

[1] Siehe die erste Mittheilung, Versuche an Fischen, S. 11.

2. Zerstörung der Otocysten.

Nach diesen Ergebnissen konnte ich es nicht unterlassen, an einer grösseren Anzahl von *Palaemon* auch Zerstörungen der Otocysten vorzunehmen, um so die Erscheinung der Desorientirung zu studiren.

Y. Delage[1] hat in dieser Richtung bereits an verschiedenen Wirbellosen sehr schöne Untersuchungen ausgeführt, und zwar an Mollusken (Octopoden), Crustaceen (an *Mysis*) und einigen Decapoden, Macruren (*Palaemon, Gebia*), Brachyuren, Corystiden (an *Polybius*).

Bei *Palaemon* speciell hat Delage die Otocysten mit einer Nadel zerstört oder die Antennen abgeschnitten. Solche Thiere zeigten nach der Zerstörung der Otolithen allein keine Bewegungsstörung; wenn man sie dazu noch blendete, waren sie vollständig desorientirt, schleiften am Rücken auf dem Boden des Gefässes, schlugen Purzelbäume, während bloss geblendete Thiere und auch solche, welchen ausserdem an der Antenne mit Schonung der Otocyste eine Wunde gesetzt wurde, in correcter Haltung, ein bischen suchend, schwammen.

Ich dachte nun anfangs auf folgende Weise zum Ziele zu gelangen: Wenn man die Thiere sofort nach der Häutung in filtrirtes Seewasser bringen und auch nur filtrirtes Seewasser zufliessen lassen würde, so müsste man Thiere ohne Otolithen erhalten, an welchen man dann die Ausfallserscheinungen studiren könnte. Ich brachte auch zwei Exemplare in eine Glasschale mit filtrirtem Wasser, welche, um den Eintritt von Staub zu verhindern, mit einem Deckel luftdicht verschlossen war. Bloss ein kleines Loch war in dem Deckel für einen Trichter, durch welchen filtrirtes Seewasser zufloss. Ich liess die Thiere mehrere Tage in dieser Glasdose, doch als ich sie herausnahm, hatten sich beide Thiere bereits — allerdings nicht viel — Otolithen eingeführt, bestehend aus einer braunen Masse; ich vermuthe, dass sich die Thiere aus ihrem

---

[1] L. c.

eigenen Koth die Otolithen gebildet haben, wie dies Hensen angibt.

Da es nun auf diese Weise nicht gelang, versuchte ich es in ähnlicher Weise wie Delage, indem ich den Thieren mit einer feinen Nadel die Gehörblase ausstach und zum Vergleich anderen noch obendrein die Augen abschnitt. Thiere nun, die bloss keine Otolithen besitzen, zeigen keine deutliche Störung der Orientirung, wohl aber solche, die ausserdem geblendet sind. Solche Thiere sind vollständig desorientirt, überkugeln sich mehrmals, legen sich auf den Rücken und bleiben auch längere Zeit in dieser Lage. Das Abtragen der Augen ist jedoch ein ziemlich bedeutender Eingriff und es gehen auch thatsächlich die meisten Thiere kurz nach der Operation zu Grunde.

Ich griff daher zu dem Auswege, dass ich die Thiere dadurch blendete, dass ich die Augen derselben vollständig mit Maskenlack (Asphaltlack) bedeckte. Dies ist kein nennenswerther Eingriff und die Thiere ertrugen dies auch vollkommen gut. Wenn man nachher den Lack wieder abnahm, waren die Thiere normal.

Auch solche künstlich geblendete Thiere, denen die Otolithen entfernt werden, zeigen nun Zeichen einer vollständigen Desorientirung. Ein solches Thier überkugelt sich, liegt längere Zeit auf dem Rücken oder auf der Seite, bewegt sich in dieser abnormen Lage auch fort, schlägt Purzelbäume und dreht sich mehreremale um seine Längsaxe.

Ein bloss auf diese Weise geblendetes Thier, bei dem aber die Otolithenapparate unverändert geblieben sind, ist ziemlich unbeholfen, hält sich jedoch stets auf den Füssen in normaler Lage.

Einen normalen *Palaemon* gelingt es nicht, in die Rückenlage zu bringen, und auch ein Thier, dem ich sämmtliche Fühler und den Schwanz abgeschnitten hatte, wahrte seine normale Stellung.

Diese Versuche bestätigen nun vollinhaltlich die Angaben von Delage und sind im Anschlusse an die vorangehenden mit ein Beweis, dass die Otocysten ein statisches Sinnesorgan sind.

3. Rotationsversuche an normalen und otolithenlosen Krebsen.

Rotationsversuche an wirbellosen Thieren sind meines Wissens bloss von Schaefer[1] in der jüngsten Zeit ausgeführt worden. Die Versuche von Schaefer bezogen sich auf Krebse, Insecten, Spinnen, Regenwürmern, Schnecken, Raupen von Kohlweislingen, Ameisen, Stubenfliegen, Mistkäfer und Ohrwürmer. Bloss die Schnecken zeigten eine Reaction gegen die Drehung, indem sie immer der Drehung entgegen krochen, bei den Krebsen dagegen war »trotz mannigfaltig variirter Versuche nichts zu bemerken, was als Reaction auf die Drehung hätte gedeutet werden können.«

Ich benützte zu diesen Rotationsversuchen denselben Apparat, wie ich ihn in meiner ersten Mittheilung bei Rotation der Fische beschrieben habe[2] und wurden die Krebse in flachen Glasschalen rotirt. Die Geschwindigkeit war eine mässige, circa 2—3 Umdrehungen in der Secunde.

Ich habe nebst *Palaemon* noch andere Krebsarten, wie *Pagurus, Crangon* etc. rotirt, doch zeigte eine wirklich prompte Reaction gegen die Drehung bloss *Palaemon.*

Wenn man ein normales Thier mit der oben angegebenen Geschwindigkeit rotirt, so beginnt das Thier sofort gegen die Drehungsrichtung zu laufen, wobei es sich stets an die Peripherie der Schale hält; in dem Moment, wo man die Drehrichtung umkehrt, läuft das Thier kurze Zeit nach rückwärts, dreht sich dann um, um nun wieder gegen die neue Drehrichtung zu laufen. Diese Reaction ist so prompt, dass man, ohne die Richtung der Drehung zu kennen, aus dem Verhalten des Thieres dieselbe bestimmen kann. Ist das Wasser einmal in rascher Rotation, wird das Thier mitfortgerissen.

Ein *Palaemon*, dem die Otolithen mittelst einer Nadel herausgenommen werden, benimmt sich nicht mehr so, sondern läuft bald in der Drehrichtung, bald gegen die Mitte der Schale

---

[1] K. L. Schaefer, Über den Drehschwindel bei Thieren. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift Nr. 25, 1891.) — Derselbe, Beiträge zur vergleichenden Physiologie (Zeitschrift für Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane III., 2. und 3. 1892).

[2] L. c.

oder er dreht sich einigemale um eine verticale, durch die Mitte seines Körpers gehende Axe.

Wenn man das Thier noch obendrein mit Lack blendet, so ist es ganz hilflos, überkugelt sich öfters, liegt längere Zeit auf dem Rücken, macht während der Rotation keine active Bewegung, hängt oft seitwärtsliegend am Rande der Schale, zeigt absolut keine Reaction gegen die Drehung. Ein Thier, das bloss (mit Maskenlack) geblendet wird, zeigt sich ziemlich unbeholfen, verhält sich jedoch sonst wie ein normales Thier, obwohl mitunter auch keine so prompte Reaction gegen die Drehung eintritt.

Einige andere Krebse (Brachyuren) zeigten, wie gesagt, keine Reaction gegen die Drehung und es ist vielleicht bezeichnend, dass dieselben auch nach Entfernung der Otolithen — Ausreissen der Antennen — und Blenden keine auffallenden Desorientirungserscheinungen zeigen.

Ich befinde mich bei diesen Resultaten bezüglich *Palaemon* insoferne in Widerspruch zu Schäfer, als der allgemeine Satz, dass die Krebse keine Reaction gegen die Drehung zeigen, nicht haltbar ist, und glaube, dass sich derselbe dadurch erklären lässt, dass nur jene Krebse eine Reaction gegen die Drehung zeigen, welche in Folge ihres Körperbaues eine rasche und grössere Beweglichkeit besitzen, und in Folge dessen auf einen sicher wirkenden Reflexmechanismus angewiesen sind, während die anderen bei der trägen Fortbewegung eines solchen nicht bedürfen.

III. Schlussbetrachtungen.

Wiewohl ich bei den einzelnen Abschnitten kurz die Resultate angeführt habe, will ich hier doch noch einmal im Zusammenhang die Ergebnisse dieser Untersuchungen und ganz in Kürze jene der ersten Mittheilung besprechen.

Aus den Versuchen an Krebsen, speciell den Versuchen mit dem Magneten, geht hervor, dass die von Breuer und Mach aufgestellte Hypothese bezüglich der Function der Otolithen auch für Wirbellose zweifellos richtig ist und ich glaube, dass man ein- für allemal mit der Bezeichnung »Otocyste« und

»Otolithen« brechen und die von Verworn vorgeschlagene Bezeichnung »Statocyste« und »Statolithen« acceptiren sollte.

Die Versuche haben ferner ergeben, dass die Vorstellung, über die Art und Weise des Functionirens der Otolithen, wie man sie schon seit langer Zeit vermuthet hat, thatsächlich richtig ist, und der erste experimentelle Beweis hiefür ist der Versuch mit dem Magneten. Auch glaube ich, dass es gestattet ist, in weiterer Folge zu schliessen, dass alle jene Erscheinungen die man vermuthungsweise den Otolithen der höheren Wirbelthiere zugeschrieben hat, wie z. B. das Schiefstellen rotirter Fische, die Stellung des galoppirenden Pferdes, die Neigung eines im Caroussel fahrenden Menschen u. s. w. dadurch, wenn auch nicht bewiesen, so doch eine wesentliche Erklärung, und die hiefür gegebenen hypothetischen Anschauungen eine Stütze gefunden haben.

Die Resultate der Rotationsversuche zeigen, dass bei gewissen wirbellosen Thieren der Sinnesapparat die Fähigkeit besitzt, dieselben auch bei Drehungen zu orientiren, und man darf wohl vermuthen, dass man es in gewissen Fällen mit einer höheren Entwicklung des fraglichen Apparates, angepasst dem Verhalten des Thieres, zu thun hat, während er in anderen Fällen, entsprechend dem Bau und der Lebensweise gewisser Thiere, bloss eine nebensächlichere Rolle spielt.

Aus alledem folgt der Schluss, dass das fragliche Organ der Wirbellosen ein Organ für den »statischen Sinn« ist. Was die Versuche der ersten Mittheilung betrifft, so haben dieselben für das Wirbelthierohr (Fische) ergeben, dass eine Entfernung der Otolithen die Thiere vollständig desorientirt und dass wir also auch den Otolithen der Wirbelthiere die gleiche Function zuschreiben müssen und dass wir uns auch hier das Functioniren derselben ebenso vorstellen müssen, weil die Fische ohne Otolithen keine Reaction auf der Drehscheibe zeigen, während normale Thiere die bewusste Schiefstellung einnehmen.

Endlich haben die Bogengänge der Fische die Aufgabe, dem Thiere die Drehungsempfindungen zu vermitteln. Denn Fische, die man passiv dreht, führen Schwimmbewegungen im Kreise in ganz bestimmter Richtung aus, und zwar in der gleichen, wie die ihnen ursprünglich ertheilte Drehrichtung

war. Die Erklärung hiefür ist die, dass nach einer langdauernden Drehung in Folge der Strömung der Endolymphe die Sinneshärchen eine Stellung eingenommen haben, welche dem Thiere die Empfindung vermittelt, dass es nach der entgegengesetzten Seite gedreht wird. Wenn man das Thier nun sich selbst überlässt, so sucht es sich gleichsam durch eine entgegengesetzte Bewegung gegen seine abnorme Drehempfindung zu wahren.

Aus diesen Versuchen geht nun hervor, dass das Labyrinth des Wirbelthierohres in complicirter Weise gebaut, in den Otolithen einen Apparat besitzt, der dem Thiere die Vorstellung der Lage im Raume vermittelt und in den Bogengängen einen Apparat, der die Drehempfindungen zur Wahrnehmung bringt.

Die Resultate der beiden Mittheilungen lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Otolithenapparate der Wirbellosen und der Wirbelthiere sind Organe, bestimmt zur Empfindung von Lage und Bewegung; da wo sich in der Thierwelt Bogengänge befinden, dienen diese speciell zur Wahrnehmung von Drehungen.

2. Die ausgelösten Empfindungen regen unabhängig davon, ob sie zu bewussten Wahrnehmungen führen, zweckentsprechende Reflexbewegungen aus.

Tafelerklärung.

Die mikroskopischen Schnitte stammen von in Alkohol conservirten *Palaemones (Palaemon squilla* und *xiphios)* und sind in Celloidin geschnitten. Alle Präparate wurden in toto mit Ammoniak- und Alauncarmin nach der von Dr. Sigm. Fuchs[1] beschriebenen Methode gefärbt.

Die Zeichnung von *Palaemon* verdanke ich der Liebenswürdigkeit meines Freundes Dr. M. Sternberg.

Fig. 1. *Palaemon* von oben gesehen. *O* die Otocyste, die Otolithen durchscheinend, *i* Basalglied der inneren Antenne, *ae* äussere Antenne, *r* Rostrum, *A* Auge, *F* Fühler, circa dreifache Vergrösserung.

Fig. 2. Frontalschnitt durch die Gehörblase von *Palaemon*; *w* Wand der Gehörblase, *h* Otolithenhaare, *o* Otolithen.
Reichert Ocular 3, Obj. 4, Tubuslänge 180. 130fache Vergr.

Fig. 3. Einzelne Haare aus der Otocyste von *Palaemon* von der Seite gesehen. *K* Kugelmembran, *n* Nerv, *h* Haarschaft, *o* Otolithen, *w* Wand der Otocyste. Man sieht die Haare in eine gelatinöse Masse eintreten, auf welcher die Otolithen liegen.
Reichert, Ocular 3, Obj. 1/15 homog. Immersion, Tubuslänge 160, 650fache Vergrösserung.

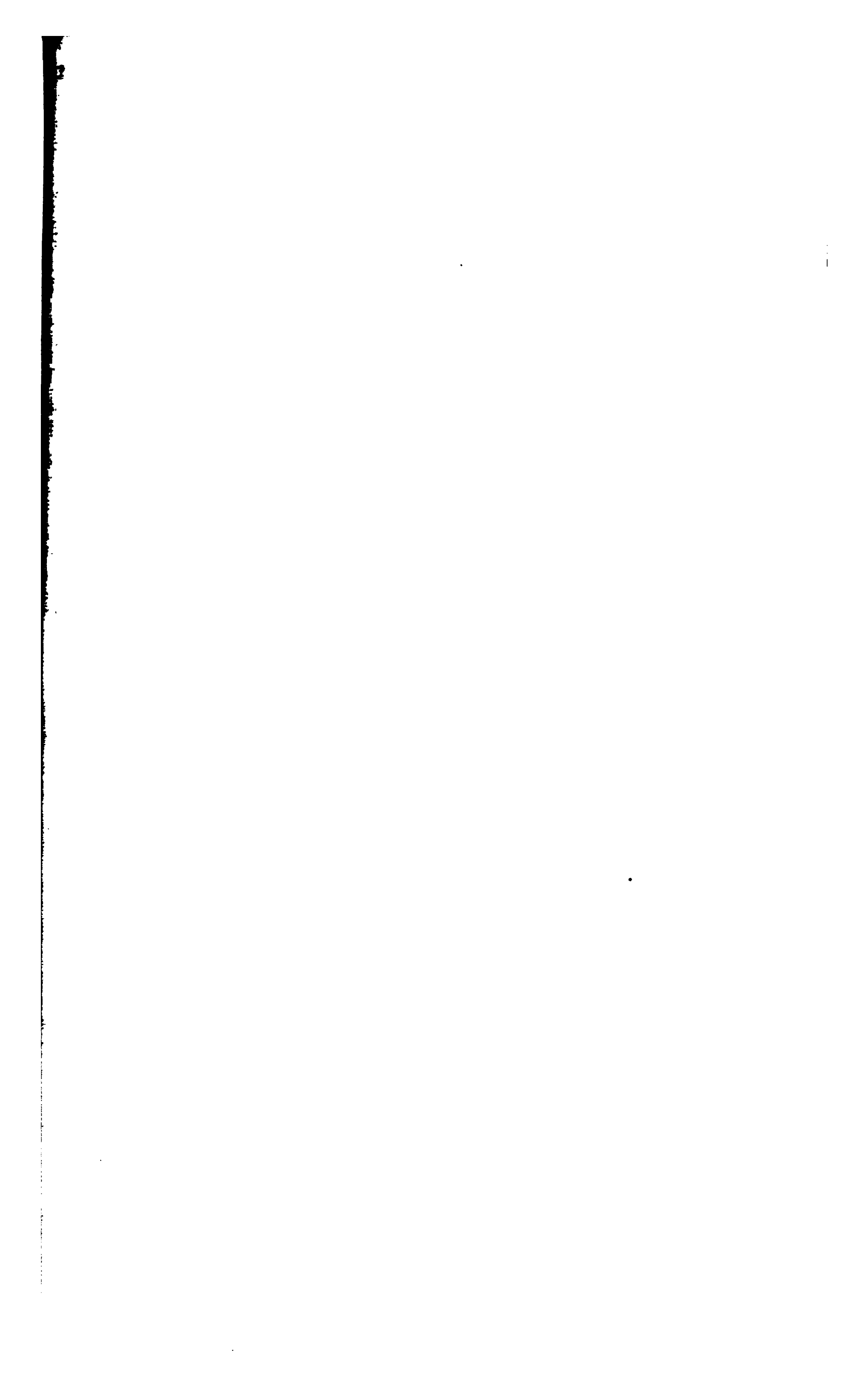
Fig. 4. Frontalschnitt durch beide Antennen und das Rostrum in der Ebene der Otocysten (vergl. Fig. 1). *A* äussere Antenne, *I* innere Antenne, *r* Rostrum, *G* Gehörblase, *h* Härchen, *o* Otolithen. Da der Schnitt nicht genau frontal, sondern etwas geneigt geführt ist, so sieht man links die Otocyste geschlossen, während rechts ihre Communication nach aussen ersichtlich ist. 30fache Vergrösserung.

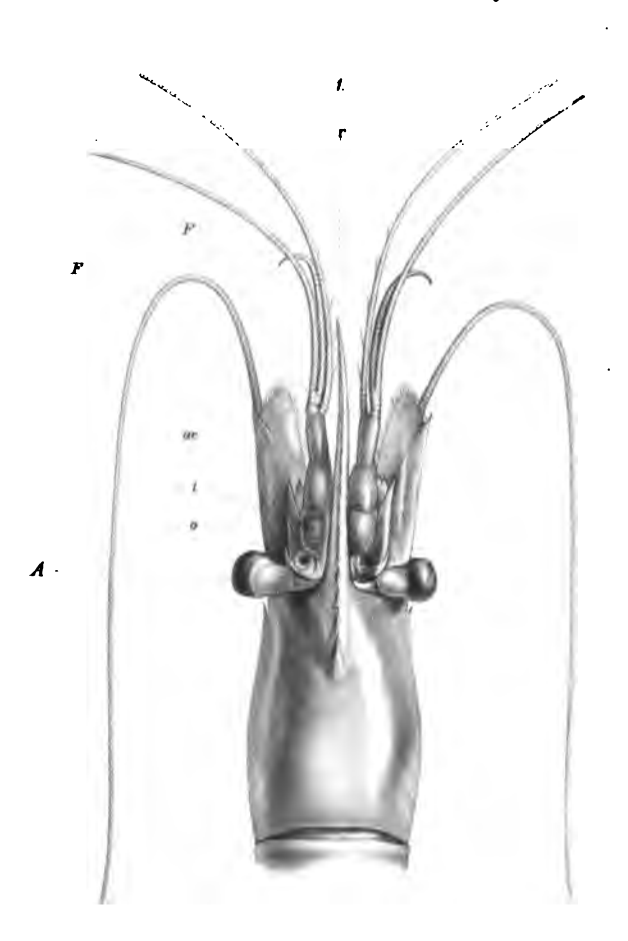
Fig. 5. Frontalschnitt durch eine mit Eisen gefüllte Otocyste. *a* Antennenwand, *w* Otocystenwand, dieselbe mit braunen, offenbar verrosteten Eisenpartikelchen besetzt. *h* Härchen, *E* der aus Eisen bestehende Otolith, rechts daneben noch ein abgebröckeltes Stück Eisen.
Reichert Ocular 3, Obj. 5, Tubuslänge 180, 200fache Vergr.

Fig. 6. Frontalschnitt durch die normale Otocyste, und zwar des vorgebuckelten Stückes. *w* Otocystenwand, *h* Härchen, *o* Otolithen.
Reichert Ocular 3, Obj. 5, Tubuslänge 180, 200fache Vergr.

---

[1] Archiv für Augenheilhunde 20. Bd., S. 426.

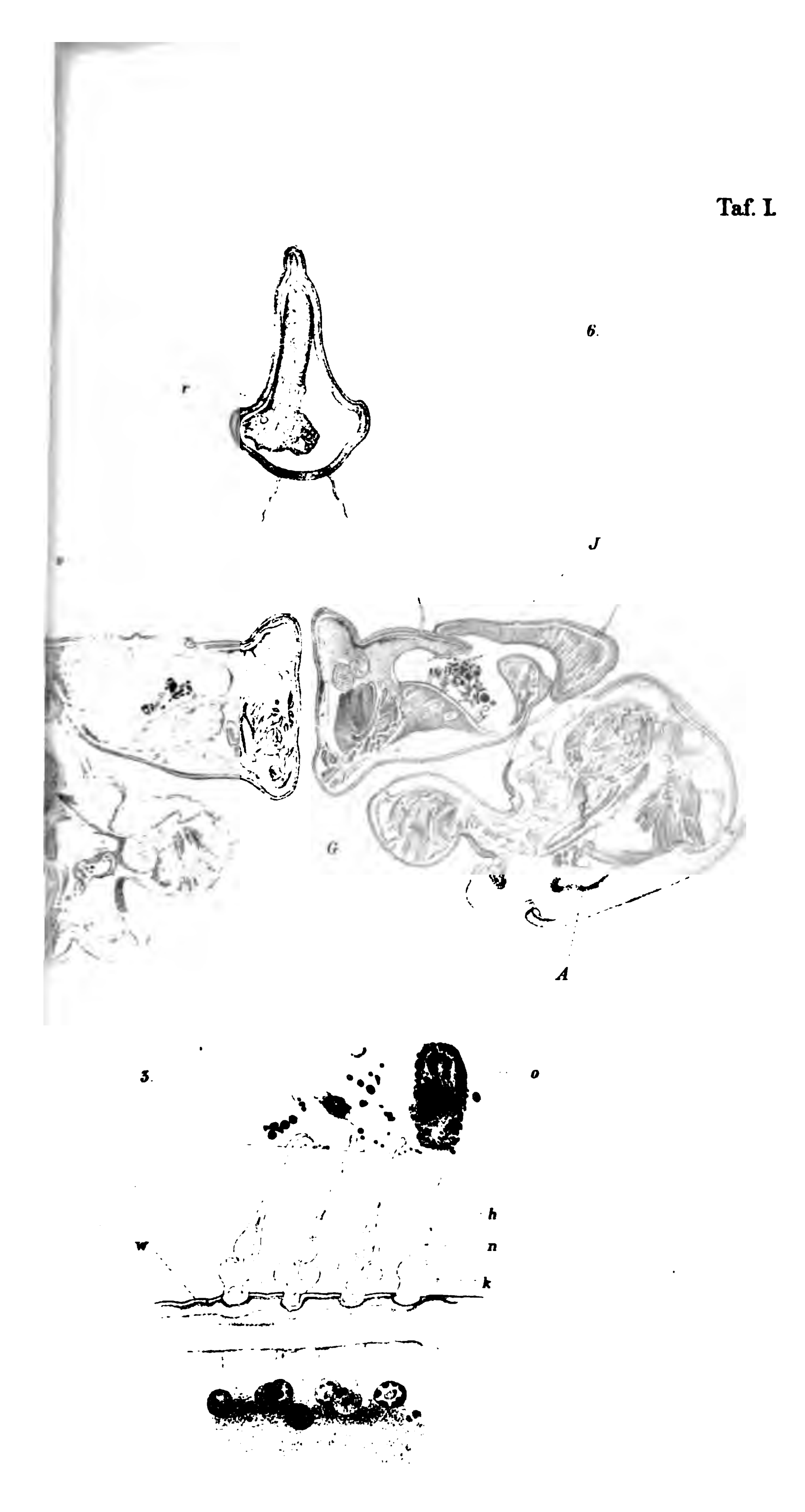




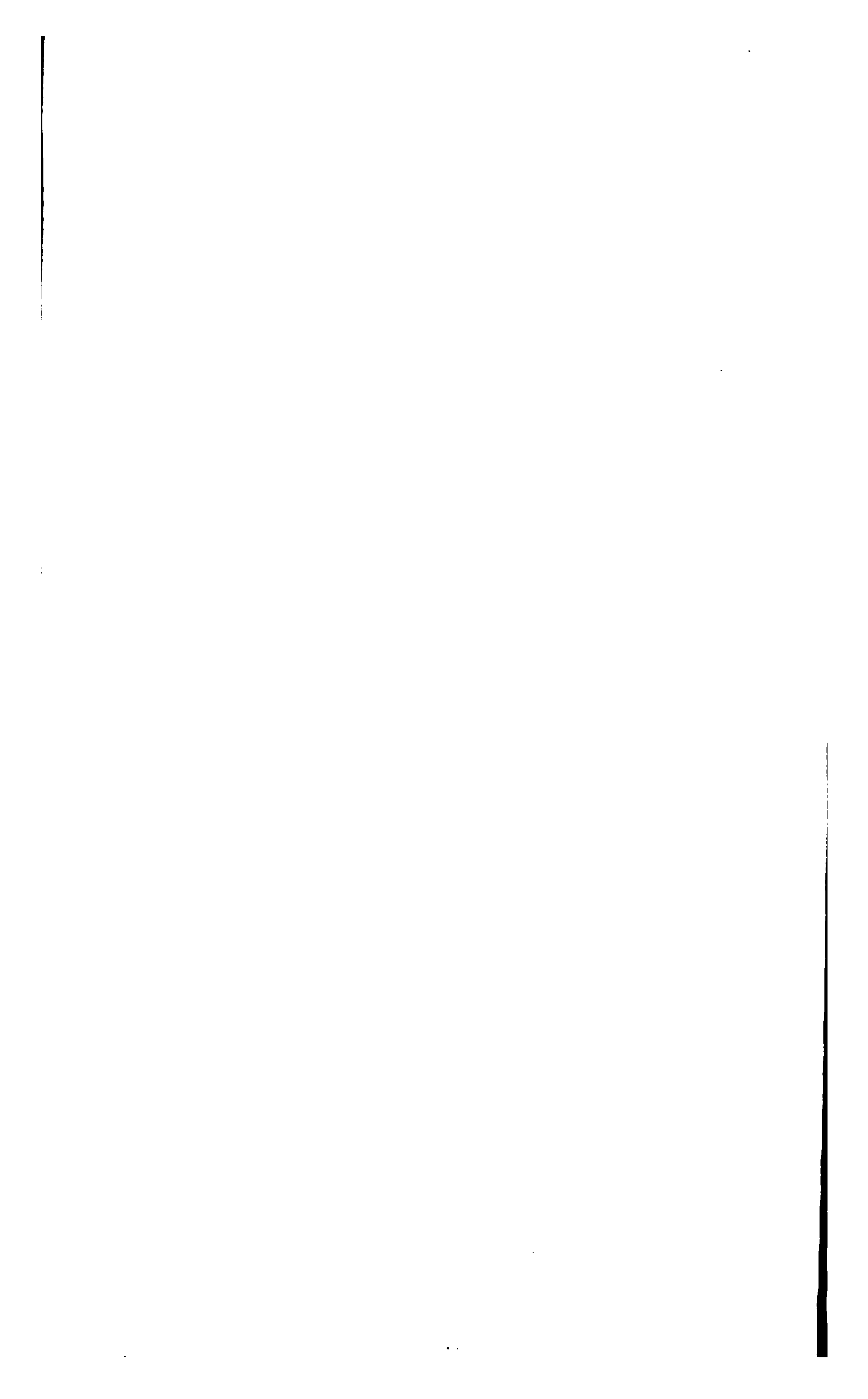




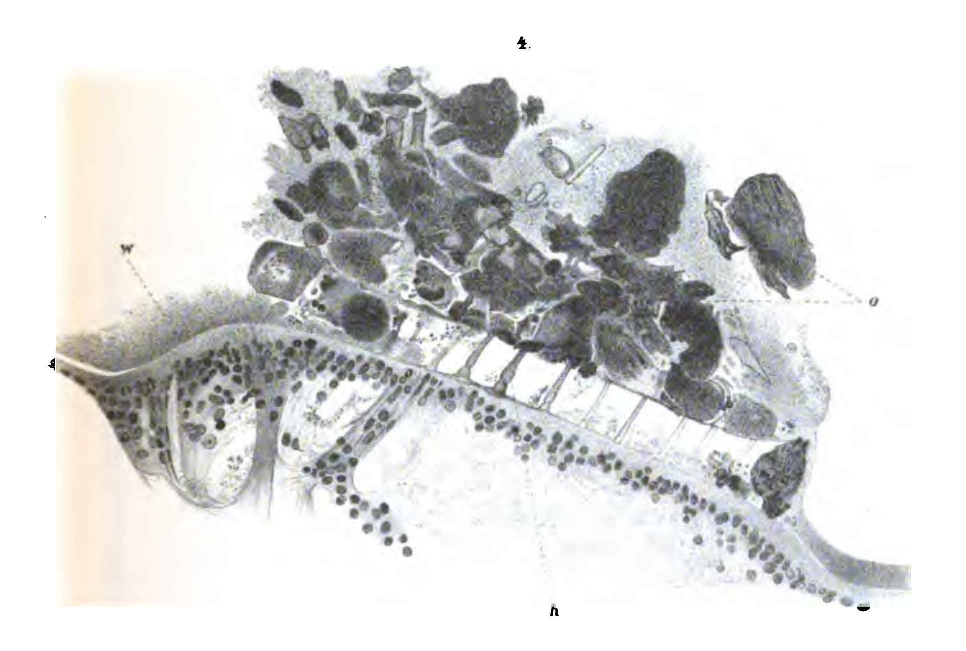
J. Wenzl del. u. lith.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien







J.Wenzl del.u.lith. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

II. SITZUNG VOM 12. JÄNNER 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt der tiefen Trauer Ausdruck über das am 7. Jänner d. J. erfolgte Ableben des Vicepräsidenten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

des Herrn k. k. Hofrathes

DR. JOSEF STEFAN.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII (October 1892) des 101. Bandes der Abtheilung I der Sitzungsberichte, ferner den II. Band (Jahrgang 1881) der von der Buchhandlungsfirma Mayer & Müller in Berlin durch anastatisches Verfahren hergestellten Neuauflage der Monatshefte für Chemie vor.

Die königliche Akademie der Wissenschaften in Turin übermittelt das Programm für den neunten Bressa'schen Preis.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Alfred Beill: »Über den Einfluss der Temperatur auf die Ozonbildung«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Arthur Cayley, The Collected Mathematical Papers. Vol. V. Cambridge, 1892; 4°.

Omboni, G., Achille de Zigno. Cenni biografici estratti dal discorso d'apertura della riunione della Società Geologica Italiana in Vicenza nel Settembre 1892. Padova, 1892; 8°.

Volger, G. H. Otto, Die Lichtstrahlen. Allgemein-verständliche Begründung eines bisher nur beiläufig behandelten, wichtigen Abschnittes der »physiologischen Optik«. Emden, 1892; 8°.

III. SITZUNG VOM 19. JÄNNER 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft IX (November 1892) des 101. Bandes der Abtheilung II. a. der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Toldt überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: »Über die massgebenden Gesichtspunkte in der Anatomie des Bauchfelles und der Gekröse«.

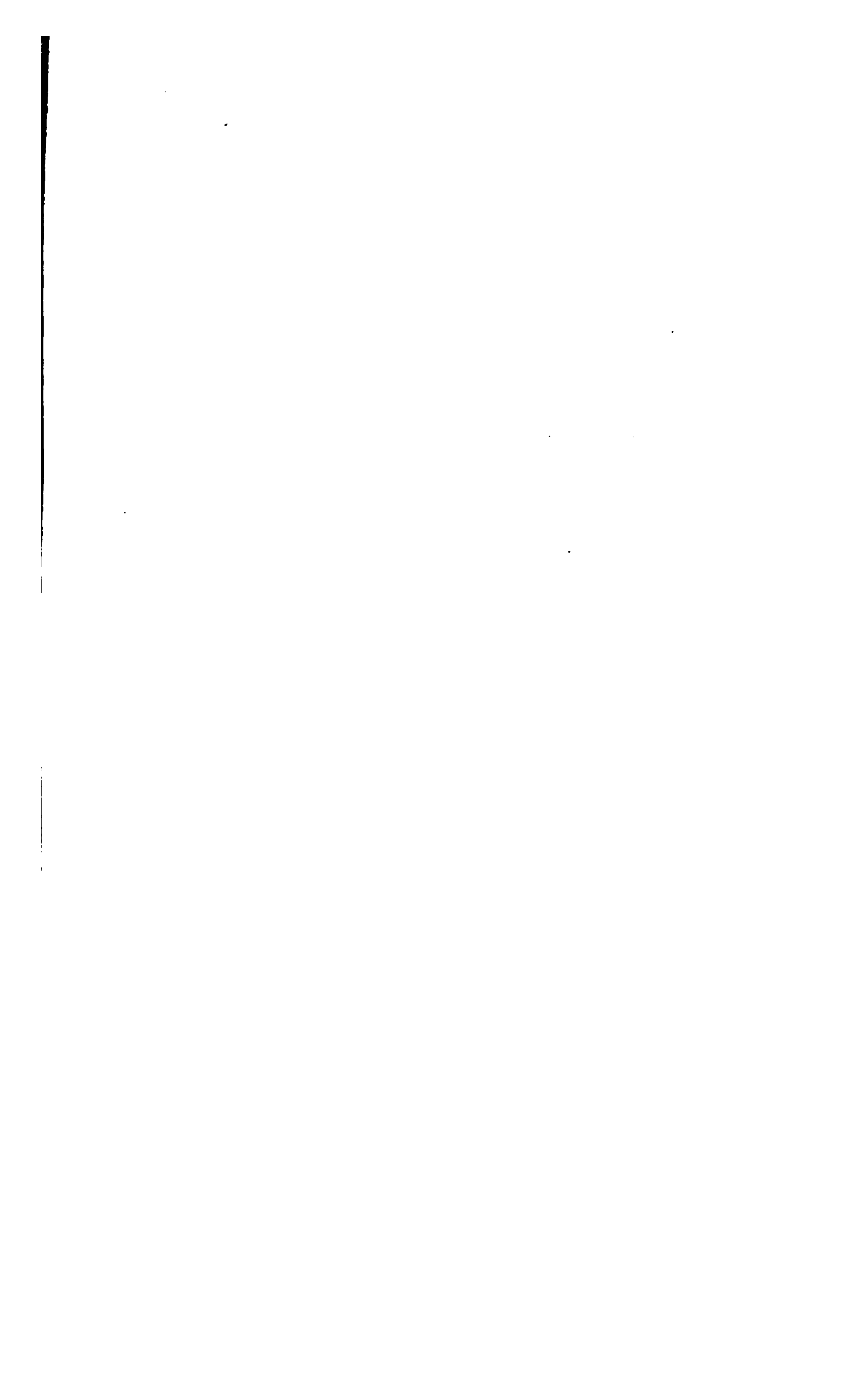
Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung von Director Dr. J. M. Eder und Herrn E. Valenta in Wien: »Über das Emissionsspectrum des elementaren Siliciums und den spectrographischen Nachweis dieses Elementes«.

Ferner überreicht Herr Hofrath v. Lang eine zweite Abhandlung von Director Dr. J. M. Eder und Herrn E. Valenta: »Über das Linienspectrum des elementaren Kohlenstoffes im Inductionsfunken und über das ultraviolette Funkenspectrum nasser und trockener Holzkohle«.

Das w. M. Herr Hofrath Director J. Hann überreicht eine Abhandlung von Dr. Max Margules, betitelt: »Luftbewegungen in einer rotirenden Sphäroidschale«. (II. Theil.)

Herr Dr. Gustav Kohn, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: »Über symmetrische Functionen der Wurzeln einer algebraischen Gleichung«.

Herr Dr. Carl Diener, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, erstattet einen kurzen Bericht über die im Sommer des verflossenen Jahres im Auftrage der kaiserl. Akademie und der indischen Regierung unternommene geologische Expedition in den Central-Himalaya von Johar, Hundés und Painkhánda und legt die von ihm während derselben angefertigten Photogramme und Skizzen vor.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. II. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

IV. SITZUNG VOM 3. FEBRUAR 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft I (Jänner) 1893 des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das k. und k. Reichs-Kriegs-Ministerium (Marine-Section) übersendet der kaiserlichen Akademie eine Mittheilung betreffend die relative Schwerebestimmung durch Pendelbeobachtungen, welche bisher auf S. M. Kriegsschiffen mittelst des Pendelapparates nach dem Systeme Sterneck ausgeführt wurden und noch weiterhin behufs Ermittelung über die Vertheilung der Schwerkraft auf der Erdoberfläche ausgeführt werden sollen.

Herr Prof. Dr. V. Hilber in Graz dankt für die ihm zur geologischen Erforschung der Gebirge im westlichen und nordwestlichen Thessalien aus der Boué-Stiftung bewilligte Reise-Subvention.

Herr Prof. Dr. L. Weinek, Director der k. k. Sternwarte in Prag übermittelt seine neuesten Mondarbeiten nach den Photographien der Lick-Sternwarte am Mt. Hamilton (Californien), und zwar:

1. Langrenus, 20fach vergrössert. — 2. Flammarion, nördlich von Ptolemäus (vergl. Gaudibert's Mondkarte), 20fach vergrössert. — 3. Vendelinus-Langrenus, Doppelbild in 20facher Vergrösserung. — 4. Vendelinus-Langrenus in 10facher Vergrösserung.

Herr Prof. Dr. Anton Fritsch in Prag übermittelt die Pflichtexemplare des eben erschienenen II. Heftes zum III. Bande

(in der Reihe Heft X) seines mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie herausgegebenen Werkes: »Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens«, welches die *Selachii (Traquairia, Protacanthodes, Acanthodes)* und die *Actinopterygii (Megalichthys, Trissolepis)* enthält. (Mit Taf. 103—112.)

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. »Beitrag zur Kenntniss des Kobalts«, von Prof. Ed. Donath an der k. k. technischen Hochschule in Brünn.
2. »Die Maxima und Minima der Functionen von mehreren Veränderlichen« (II. Nachtrag), von Prof. Dr. O. Stolz an der k. k. Universität zu Innsbruck.

Herr Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Linz, übersendet eine vorläufige Mittheilung über »Neue Gallmilben« (6. Fortsetzung).

Das w. M. Herr Prof. J. Wiesner überreicht eine im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien von Dr. W. Figdor ausgeführte Arbeit, betitelt: »Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanze«.

Das w. M. Herr Hofrath V. v. Lang überreicht eine von Prof. Dr. A. Wassmuth in Innsbruck eingesandte Abhandlung: »Über die Lösung des Magnetisirungsproblems durch Reihen«.

Das w. M. Herr Hofrath Director J. Hann überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: »Einige Resultate der anemometrischen Aufzeichnungen in Wien 1873—1892.«

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Angelo Simonini: »Über den Abbau der fetten Säuren zu kohlenstoffärmeren Alkoholen.« (II. Mittheilung.)

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Toldt überreicht eine Abhandlung aus dem anatomischen Institute der k. k. Universität in Wien von Dr. G. Kobler und Dr. O. v. Hovorka: »Über den Neigungswinkel der Stammbronchi«.

Herr Gejza v. Bukowski in Wien überreicht mit Bezugnahme auf die im akadem. Anzeiger vom 1. December v. J., Nr. XXV, veröffentlichte vorläufige Mittheilung über seine im Auftrage der kaiserl. Akademie unternommene geologische Forschungsreise im südwestlichen Kleinasien eine Abhandlung unter dem Titel: »Die levantinische Molluskenfauna der Insel Rhodus«.

Herr Dr. Norbert Herz in Wien überreicht eine Mittheilung: »Über die Alfonsinischen Tafeln und die im Besitze der k. k. Hofbibliothek in Wien befindlichen Handschriften derselben«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Salmonowitsch, P., Newton's Gesetz der Wärmetransmission in Anwendung zur Baukunst. (Praktische Thermokinetik.) (Mit 10 Tafeln.) St. Petersburg, 1892; 8°.

Über den Neigungswinkel der Stammbronchi

von

Dr. G. Kobler und Dr. O. v. Hovorka.

Aus dem anatomischen Institute des Herrn Hofrath Prof. C. Toldt in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Bei der Durchsicht der wichtigsten anatomischen und chirurgischen Lehrbücher fällt es auf, dass bezüglich der Abgangsverhältnisse der beiden Stammbronchi von der Trachea durchaus keine Übereinstimmung herrscht. Es wird wohl allgemein gleichmässig angegeben, dass der rechte Stammbronchus der weitere und kürzere sei; was aber einen anderen Punkt anbelangt, so herrschen vielfach divergirende, widersprechende und irrige Anschauungen.

So wird von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren behauptet, der rechte Stammbronchus sei der mehr quer von der Trachea abgehende, während der linke steiler, also gegen die Medianebene zu geneigter verlaufe. Diese Anschauung war bis vor Kurzem mit wenigen Ausnahmen in den meisten Lehrbüchern vertreten; genauere Arbeiten auf diesem Gebiete haben jedoch die entgegengesetzte Auffassung der Situation aufkommen lassen, indem betont wurde, dass es der rechte Bronchus sei, welcher steiler, d. h. der Medianebene zu geneigter abgeht, während der linke Stammbronchus mehr quer verläuft.

Die Frage hat indessen ausser dem rein anatomischen Interesse noch eine gewisse klinische Bedeutung. So erschien es den Autoren, welche bisher über Fremdkörper in den Bronchien arbeiteten, befremdend, dass nach Erfahrung und statistischen Zusammenstellungen Fremdkörper jeder Art zweifellos häufiger in den rechten als in den linken Bronchus gelangen. Unter dem Banne der alten Auffassung, dass der rechte Bronchus der mehr quer abgehende sei, erschien es

schwer verständlich, warum sich die Fremdkörper nicht den Weg in den angeblich steileren linken Bronchus wählen sollten. Das kleinere Lumen des letzteren konnte doch nur für die Fremdkörper grösseren Kalibers ein massgebendes Hinderniss sein. Man hat auch desswegen mitunter zu künstlichen Erklärungsversuchen greifen müssen, wie dies manche Chirurgen thaten, von denen einige beispielsweise den Bifurcationssporn nach links verrücken und so gewissermassen eine Directive für das Hineingelangen der fremden Körper in den rechten Stammbronchus entstehen liessen.[1]

In einer der jüngsten Publicationen über diesen Gegenstand hat Prof. Schrötter[2] auf den Widerspruch dieser Thatsachen und Anschauungen hingewiesen und es hiebei als höchst wünschenswerth hingestellt, eine genauere Untersuchung, speciell zur Klärung dieser Frage, anzustellen. Dieser Anregung entstammen die in Folgendem berichteten Untersuchungen.

Bevor wir an die Mittheilung unserer Resultate schreiten, wollen wir die in der Literatur über diesen Gegenstand vorliegenden Angaben berichten. Von den älteren Anatomen unseres Jahrhunderts besprechen viele, z. B. Hildebrandt, Leber, die uns hier interessirende Frage gar nicht. Alle heben hervor, dass der rechte Stammbronchus der kürzere und weitere ist. Henle[3] drückt sich in folgender Weise ziemlich unbestimmt aus: »Beide Bronchi gehen schräge seit- und abwärts zu ihren Lungen. Der rechte ist wohl nur scheinbar etwas weniger geneigt als der linke, weil er kürzer ist.«

Luschka[4] sagt: Der Bronchus dexter ist beim Erwachsenen durchschnittlich 24 *cm* lang, 2·2 *cm* dick und dabei etwas weniger geneigt als der linke.

Holstein[5] lässt gleichfalls den weiteren und kürzeren rechten Bronchus in einer weniger schrägen Richtung abgehen, als den linken.

---

[1] Gross, Foreign Bodies in the air-passages. Philadelphia, 1854.

[2] Schrötter, Beitrag zur Ätiologie der Lungengangrän, nebst Bemerkungen zur Anatomie der grossen Bronchien. Wr. klin. Wochenschr. 1890, Nr. 45.

[3] Henle, Handbuch der systemat. Anatomie. 1882, II. Bd. S. 264.

[4] Luschka, Anatomie des Menschen. 1862. S. 301.

[5] Holstein, Lehrbuch der Anatomie. 1860.

Arnold[1] gibt ebenso an, dass der rechte Bronchus weniger schief hinter der oberen Hohlader abgeht.

Sappey[2] meint, dass der rechte Bronchus sich weniger von der Horizontalebene entferne, als der linke, welcher demnach viel schräger absteige.

Cruveilhier[3] dagegen spricht sich ganz im Geiste Henle's dahin aus, dass der Anschein des weniger schiefen Verlaufes des rechten Bronchus von seiner Kürze herrühre.

Nach Hoffmann[4] soll der rechte Luftröhrenast sogar »fast horizontal« zur rechten Lunge verlaufen. Ähnlich liess schon Le Fort[5] in einer Monographie über diesen Gegenstand den rechten Bronchus in einem fast rechten Winkel von der Trachea abgehen. Wir nennen noch Gerlach.[6] Eckhard[7] und Dursy[8] aus der jüngeren Zeit als Autoren, welche eine mehr quere Verlaufsweise des rechten Bronchus angeben.

Indessen hat schon Engel[9] im Jahre 1859 das entgegengesetzte Verhalten angegeben, indem er lehrte, dass der rechte Bronchus mehr in der Richtung der Luftröhre nach unten verläuft, während der linke mit der Luftröhre einen grösseren Winkel bildet. Weniger scharf drückt sich Gegenbaur[10] aus indem er sagt, dass der rechte Bronchus schräger herab verlaufe, als der linke, welch letzterer zugleich etwas gebogen verläuft. Ebenso weist Pansch[11] auf die Unrichtigkeit der Angaben hin, dass der rechte Bronchus horizontaler als der linke verlaufe, und auch einzelne englische Autoren beschreiben die Abgangsweise der Bronchi im gleichen Sinne, so Quain,[12] Weisse[13]

---

[1] Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. 1850.

[2] Sappey, Traité d'anatomie descriptive. Paris, 1873. IV. Bd. S. 431.

[3] Cruveilhier, Traité d'anatomie descript. Paris, 1874. II. Bd. S. 271.

[4] Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie. 1877. I. Bd. S. 742.

[5] Le Fort, Recherches sur l'anatomie des poumons chez l'homme. Paris. 1858. S. 43.

[6] Gerlach, Handbuch der spec. Anatomie des Menschen. München.

[7] Eckhard, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Giessen. 1862. S. 236.

[8] Dursy, Lehrbuch der systematischen Anatomie. 1863. S. 204.

[9] Engel, Compendium der topogr. Anatomie. Wien, 1859. S. 288.

[10] Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie. 1883. S. 525.

[11] Pansch, Anatomische Vorlesungen. 1889. S. 180.

[12] Quain's Anatomy. 1882. II. Bd. S. 809.

[13] Weisse, Practical human Anatomy. 1886. S. 255.

und Andere. Hyrtl spricht in seiner topographischen Anatomie (I. Bd., S. 643) von einem mehr quer gerichteten Bronchus dexter und einem mehr schief nach abwärts gerichteten Bronchus sinister. Im gleichen Sinne spricht er sich über diesen Gegenstand in den ersten 14 Auflagen seines Lehrbuches der descriptiven Anatomie aus. Erst in der 15. Auflage und den folgenden sagt er: »Der Bronchus dext. ist kürzer und weiter als der sinister; die Schulbücher lassen ihn in einer mehr queren, den linken in einer mehr schiefen Richtung zu seiner Lunge gehen, was nicht der Fall ist, da die Corrosionspräparate an mit Harzmassen ausgegossenen Bronchien gerade das umgekehrte Verhältniss zur Anschauung bringen.«

Rauber[1] lässt in seinem Lehrbuche (S. 624) den rechten Bronchus weniger steil zum Hilus der rechten Lunge verlaufen, während er in einer vortrefflichen Abbildung (S. 625) die Verhältnisse in der umgekehrten Weise darstellt.

Gründliche, speciell auf die Klarlegung dieser Frage gerichtete Untersuchungen haben wir Aeby[2] zu verdanken. Er durchforschte ausser den Menschen auch noch eine grosse Anzahl von Säugethieren in Bezug auf ihre Bronchialverhältnisse. Seine Untersuchungen haben zunächst die bis dahin geltende Annahme einer dichotomischen Verzweigungsweise des Bronchialbaumes widerlegt, dagegen fast durchwegs (für die Säugethiere) eine ausgesprochene Asymmetrie für den Ursprung der beiden Stammbronchen aus der Trachea nachgewiesen.[3] Gewöhnlich ist der rechte Bronchus der steilere, viel seltener der linke (bei *Cercopithecus sabaeus, Lipus timidus, Felix catus*) und nur eine Thierart (*Troglodytes*) lieferte zwei völlig gleiche Abgangswinkel. Für den Menschen ergaben nun die Untersuchungen Aeby's das höchst wichtige Resultat, dass der rechtsseitige Stammbronchus zumeist steil abging, und dass er nahezu in die unmittelbare Verlängerung der Trachea zu liegen kam.[4]

---

[1] Rauber, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig, 1892.

[2] Aeby, Der Bronchialbaum d. Säugethiere u. d. Menschen. Leipzig, 1880.

[3] Aeby, l. c. S. 14 und 15.

[4] Aeby, l. c. S. 59. Aeby erwähnt bloss, dass Huschke, Cloquet, Hyrtl und Luschka dem rechten Bronchus eine mehr quere, Quain-Hofmann und Beaunis et Bouchard eine fast horizontale Richtung geben.

Aeby erschien dieser Befund umso überraschender, als bis auf seine Zeit die anatomische Literatur »im Allgemeinen mit grosser Zuversicht in Wort und Bild die Behauptung verfocht, dass der rechte Bronchus weniger steil verlaufe als der linke.«

Diese Frage konnte eigentlich nach den zahlreichen und gewissenhaften Untersuchungen Aeby's als erledigt betrachtet werden, wenn nicht seine, sonst musterhafte Präparationsmethode gerade bezüglich der uns hier beschäftigenden Specialfrage einen Einwurf zulassen würde. Aeby goss nämlich die Luftwege mit dem sogenannten Rose'schen Metallgemische aus, und studirte dann das dadurch entstandene Metallgerippe. Man könnte nun behaupten (und Aeby macht auf diese Möglichkeit selbst aufmerksam), dass die Schwere des Metalls dort mehr zur Wirkung komme, wo eine grössere Menge davon hineingelangt, also in dem weiteren, rechten Bronchus, und dadurch eine Streckung desselben hervorbringe.

Diesem Einwande zu begegnen, stellten wir unsere Versuche nach der besonders bei topographisch-anatomischen Präparaten vorzüglich verwendbaren Methode Prof. Dalla Rosa's an mit $^1/_2\%_0$ Chromsäure injicirten und in solcher durch mehrere Monate gehärteten Leichen an. Wir verwendeten dazu, und zwar wegen der leichteren Beschaffung des Materiales, grösstentheils Kinderleichen. Dieselben wurden nach der Härtung entweder in Serien von Frontalschnitten untersucht, oder es wurde die vordere Brustwand, die vorliegenden Lungentheile, Thymus und das Herz vorsichtig herausgenommen, so dass nicht nur die Bifurcationsstelle, sondern auch das ganze Vertheilungsgebiet der Stammbronchi in situ übersehbar wurde.

Eine Verschiebung der Theile konnte bei dem Härtungsgrade der Präparate vollkommen ausgeschlossen werden; die Untersuchung von Gefrierpräparaten bot eine werthvolle Bestätigung der früher gewonnenen Resultate.

Wir konnten nun an allen unseren nach diesen Methoden hergestellten Präparaten ausnahmslos constatiren, dass von einem mehr queren Abgang des rechten Bronchus, wie es die meisten Lehrbücher angeben, keine Rede sein kann, wohl aber stellte sich mit grosser Regelmässigkeit heraus, dass der rechte

Stammbronchus mehr gegen die Mittellinie zu geneigt ist, so dass er dadurch mehr die directe Fortsetzung der Trachea darstellt als der linke. Selbstverständlich muss man die hiebei einzig richtige Betrachtungsweise zur Geltung bringen, dass nämlich der unterhalb des Abganges des sogenannten eparteriellen Bronchus befindliche Theil des Bronchus auch noch als eigentlicher Stammbronchus aufzufassen ist, so dass die Axe des rechten Stammbronchus nicht in der Axe des eparteriellen Bronchus, sondern in der jenes Bronchustheiles liegt, von welchem die übrigen, die sogenannten hyparteriellen (nach Aeby: die ventralen und dorsalen) Bronchi abgehen, und der bis in den unteren Lappen, in der Nähe des Zwerchfells reicht. Man kann hiebei als allgemein feststehend annehmen, was die eingehenden Untersuchungen Aeby's, sowie auch die bei dem letzten Anatomencongresse in Wien 1892 demonstrirten schönen Präparate Narath's[1] gezeigt haben, dass der sogenannte eparterielle Bronchus nur als ein secundär dem Stammbronchus aufgesetzter Zweig aufzufassen ist. Sehr viele der einleitend näher citirten Verhältnisse scheinen von dieser differenten Auffassungsweise herzurühren und macht es den Eindruck, als wäre von Vielen der rechte Stammbronchus überhaupt nur bis zur Abgangsstelle des eparteriellen Bronchus in Betracht gezogen worden, was natürlich dem wirklichen Thatbestande nicht entspricht.

Schon bei einfacher Berichtigung unserer Präparate war der Thatbestand klar, noch deutlicher wurde er indessen nach vorgenommener Messung der hier in Betracht kommenden Winkel. Uns interessirte vor Allem der sogenannte Neigungswinkel, d. h. der Winkel, den der betreffende Stammbronchus mit der Richtungslinie der Trachea bildet; die Summe der beiden Neigungswinkel ergab den Werth für den sogenannten Divergenzwinkel. Wir legten steife Borsten und feine Capillarröhrchen in die Mittellinie der Trachea und der Stamm-

---

[1] Narath, Vergleichende Anatomie des Bronchialbaumes. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft. Jena, 1892. Wir wollen hiebei selbstredend auf die für unsere Frage nicht in Betracht kommende verschiedene Auffassung der morphologischen Bedeutung des eparteriellen Bronchus bei Aeby und Narath nicht näher eingehen.

bronchi und suchten dadurch mittelst des Transporteurs die Werthe der betreffenden Winkel möglichst genau zu ermitteln. Eine absolute Genauigkeit liess sich selbstredend nicht erzielen, vor Allem, da der Verlauf der Stammbronchi kein vollkommen geradliniger ist, sondern rechts ein sanft C-förmiger und links ein S-förmiger ist, wie schon Aeby (l. c.) aufmerksam gemacht hat.

Während Krause unter Theilungswinkel der Trachea nur den Winkel meint, unter welchem die oberen Wände der Bronchien von der Luftröhrenmündung abgehen, mass Aeby bei gekrümmten Bronchen auch die unteren Hälften und zog dann das Mittel aus den Werthen der oberen und unteren Bronchialtheile.

Wir wollen im Folgenden unsere Messungsresultate angeben.

Wir haben zur eingehenden Untersuchung im Ganzen 20 Leichen verwendet, darunter zwei Embryonen, zwei Erwachsene und 16 Kinder. Dabei ergab der Neigungswinkel:

	Rechts:	Links:
Neugeborenes Kind Nr. 1	35°	65°
2	29	52
3	25	50
4	28	65
5	20	52
6	28	55
7	25	50
8	10	30
9	29	48
10	30	45
11	30	59
12	31	45
13	30	52
14	22	41
15	20	35
16	18	39
14·6 *cm* langer Embryo	19	40
15·3 *cm* langer Embryo	15°	39°

	Rechts:	Links:
Erwachsener Mann	20	40
Erwachsenes Weib	19	51

Aus diesen Zahlen geht die Regelmässigkeit des kleineren Werthes des rechten Neigungswinkels, also des mehr gestreckten, steileren Verlaufs des rechten Stammbronchus gegenüber dem linken klar hervor, und zwar ebenso wie bei Erwachsenen, wie bei Kindern und Embryonen; nicht minder aber ergibt sich aus denselben das Vorkommen individueller Verschiedenheiten in beträchtlicher Breite. Wir fanden Schwankungen zwischen 10—35° rechts und 30—65° links, der Divergenzwinkel betrug im Mittel 70°, fast ebenso gross fand ihn Aeby, nämlich 70·4°.

Bestätigt wurde die constante Beobachtung durch die Untersuchungen von Corrosionspräparaten und von Durchschnitten gefrorener Leichen, von welchen wir mehrere in horizontaler, frontaler und sagittaler Richtung vor uns hatten.

Wenn wir uns nach Gründen für diese Asymmetrie der Stammbronchi umsehen, so erscheint es naheliegend anzunehmen, dass sie in Zusammenhang zu bringen ist mit der asymmetrischen Lage des Herzens.

Einer ähnlichen, wenn auch sehr allgemein gehaltenen und nicht näher begründeten Ansicht gibt auch Aeby[1] in seiner Arbeit Raum. Es schien uns aber, dass die asymmetrische Lage des Herzens an sich keine ausreichende Erklärung biete, sondern nur insoferne als sie auf die Lage der Organe in dem oberen Theil des Mittelfellraumes zurückwirkt. In der That zeigte es sich, dass der Unterschied in der Verlaufsrichtung beider Stammbronchi unmittelbar in der Topographie der Organe des oberen Mittelfellraumes begründet ist.

Wie schon seit langer Zeit bekannt ist (man vergleiche unter Anderem die Handbücher von Luschka, Jössel Gerlach), hält sich die Luftröhre in ihrem Verlaufe keineswegs allenthalben an die Mittelebene des Leibes, sondern sie weicht nach ihrem Eintritt in den Brustraum ganz regelmässig

[1] Aeby, l. c. 59.

nach der rechten Seite hin ab, und zwar mehr und mehr gegen ihre Theilungsstelle hin. Sowohl an den mit Chromsäure behandelten Objecten, als wie an Durchschnitten durch gefrorene Leichen konnten wir uns von der Gesetzmässigkeit dieses Verhaltens überzeugen. An den Präparaten der letzteren Art, welche von vier erwachsenen Personen herrührten, zeigte die Längsaxe der Luftröhre unmittelbar ober der Theilungsstelle einen Abstand von der Mittelebene um 1 *cm*. Die Theilungsstelle der Luftröhre liegt also der rechten Lunge beträchtlich näher als der linken, und der Weg zur Lungenpforte, welchen die Stammbronchi zu durchmessen haben, ist desshalb für den rechten kürzer und steiler absteigend, als wie für den linken. Daraus ergeben sich nothwendig die Unterschiede hinsichtlich ihrer Länge und Richtung. Als Grund für die Ablenkung des unteren Abschnittes der Luftröhre von der Mittelebene glauben wir den Verlauf des Aortenbogens an der linken Seite ihrer Theilungsstelle hinstellen zu dürfen. Kleine individuelle Differenzen des Verlaufes und der Weite des Aortenbogens, sowie auch die Grösse, Zahl und Beschaffenheit der Lymphknoten, welche zwischen diesen und dem unteren Luftröhrenende eingeschoben sind, dürften geeignet sein, das Mass der seitlichen Ablenkung der Luftröhre zu beeinflussen und so in weiterer Folge die beobachteten individuellen Verschiedenheiten der Neigungswinkel beider Stammbronchi bis zu einem gewissen Grade zu erklären.

Es kommt aber noch ein anderer Umstand in Betracht, nämlich die Lagebeziehung des linken Vorhofes zu den beiden Stammbronchi. Der linke Vorhof des Herzens baucht sich nämlich mit seiner hinteren Wand unter den Theilungswinkel der Luftröhre vor, so dass die beiden Bronchi der oberen Wand des linken Vorhofes entlang gelagert sind. Da aber der linke Vorhof mit seinem grösseren Antheile links von der Mittelebene liegt und in dieser Lage durch die von beiden Seiten her anlangenden Lungenvenen festgehalten wird, so weist er dem ober ihm hinwegziehenden linken Bronchus einen mehr horizontalen Weg an, als dem rechten; auch die bogenförmige Gestalt des linken Bronchus findet darin ihre Erklärung. Die Weite und der Füllungszustand des linken Vorhofs können

daher den Neigungswinkel der Stammbronchi, insbesondere des linken, bis zu einem gewissen Grade beeinflussen und daher zur Erklärung der an der Leiche beobachteten Differenzen derselben herangezogen werden.

Durch einen glücklichen Zufall kamen wir in die Lage, für unsere Auffassung dieser Verhältnisse eine nicht unwesentliche Stütze zu finden. Denn als Probe für die Richtigkeit derselben musste es dienen, wenn bei Situs viscerum inversus das Verhalten der Stammbronchi ein umgekehrtes ist, als im normalen Zustande. Wir fanden nun thatsächlich bei einem neugeborenen weiblichen Kinde einen Situs viscerum inversus totalis, Transposition der grossen Gefässe, das Herz in der rechten Thoraxhälfte, die linke Lunge dreilappig, am linken Stammbronchus den sogenannten eparteriellen Bronchus und den linken Stammbronchus selbst steiler abgehend, als den rechten. Diese Leiche wurde nicht injicirt, sondern sofort nach der Entdeckung des Situs viscerum inversus in Alkohol gelegt, nach vollzogener Härtung erst die Brusthöhle eröffnet und die Trachea in ihrer natürlichen Lage präparirt. Der Neigungswinkel des rechten Bronchus betrug 40°, des linken 35°.

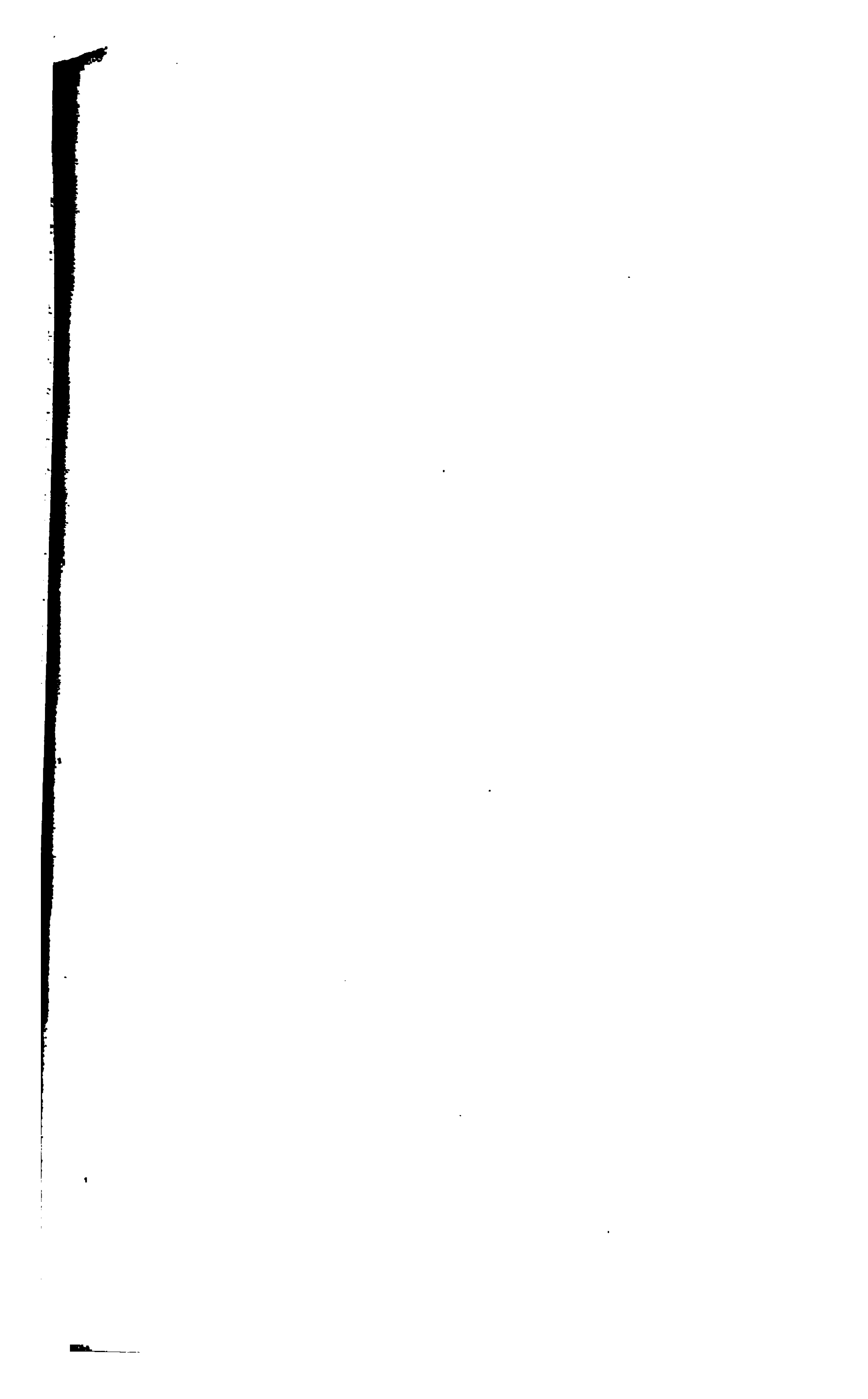
Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Thorax eines 15·3 *cm* langen Embryo. Der untere Theil des Herzbeutels ist erhalten, die vorderen Lungenränder abgeschnitten; nach vorn unten sieht man die Wölbung des Zwerchfells. Mit dem rechten Stammbronchus verlauft fast parallel die Speiseröhre und Aorta.

Fig. 2. Frontaler Schnitt durch den Thorax eines neugeborenen Kindes; der Herzbeutel unter der Theilungsstelle der Trachea theilweise erhalten. Der rechte Stammbronchus geht sehr steil nach abwärts.

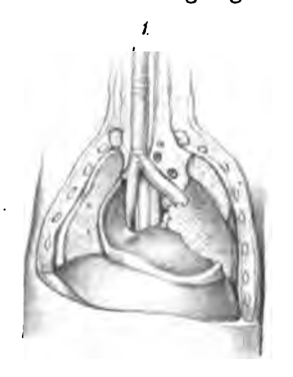
Fig. 3. Frontaler Schnitt durch den Thorax eines neugeborenen Kindes; die Lungentheile in der Nähe der Lungenpforte sind abpräparirt, um den Verlauf der Bronchi zu zeigen. Der rechte Stammbronchus geht hier weniger steil ab, als im vorigen Falle.

Fig. 4. Thorax eines erwachsenen Mannes; die vordere Brustwand abgenommen; in der Tiefe die Trachea und die Stammbronchi, links von der ersteren der Aortenbogen, hinter ihr der Oesophagus, rechts die obere Hohlvene; zu beiden Seiten sieht man den Durchschnitt beider Lungen, nach unten den des Herzens.

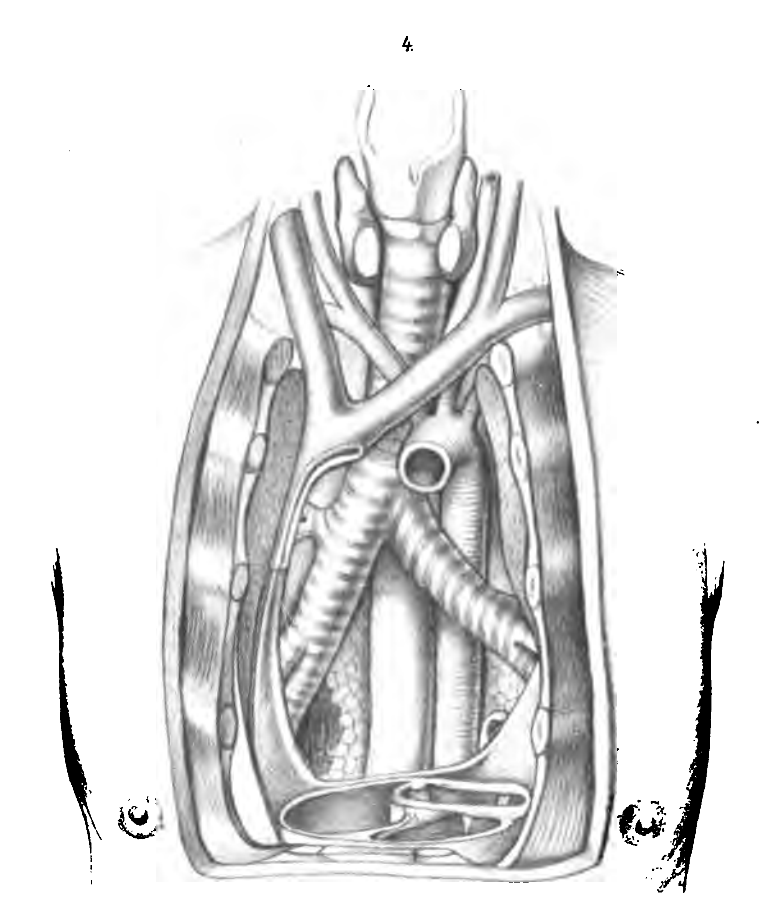


G. Kobler u. O. v. Hovorka: Neigungswinkel der Stammbronchi.

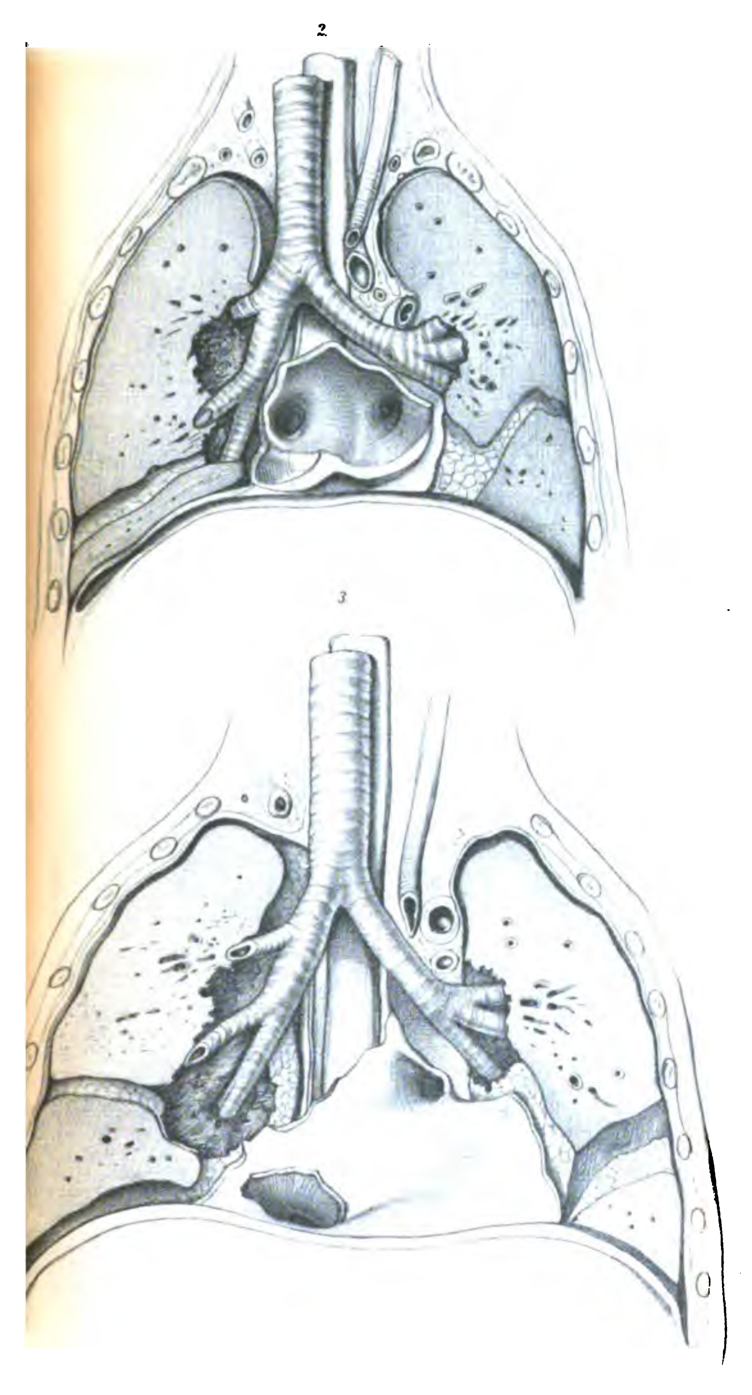
1.



4.



Autor delin.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



V. SITZUNG VOM 9. FEBRUAR 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Register zum XIII. Band (Jahrgang 1892) der Monatshefte für Chemie vor.

Das w. M. Herr Director E. Weiss übersendet eine Abhandlung von Prof. G. v. Niessl an der k. k. technischen Hochschule in Brünn: »Bahnbestimmung des Meteors vom 7. Juli 1892«.

Das w. M. Herr Prof. Fr. Brauer überreicht den mit Herrn Julius Edlen v. Bergenstamm verfassten VI. Theil der Zweiflügler des kaiserl. Museums, Vorarbeiten zu einer Monographie der *Muscaria schizometopa* P. III.

VI. SITZUNG VOM 16. FEBRUAR 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII—X (October bis December 1892) des 101. Bandes der Abtheilung II. b. der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. C. Freih. v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung für die Denkschriften: »Über neue Pflanzenfossilien aus den Tertiärschichten Steiermarks«.

Herr Prof. Dr. Jos. Finger in Wien übersendet eine Abhandlung: »Über den Hauptpunkt einer beliebigen Axe eines materiellen Punktsystems«.

Herr Prof. Dr. R. Klemensiewicz übersendet eine Arbeit aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie der k. k. Universität zu Graz von Dr. G. Neumann, betitelt: »Beiträge zur Biologie anaërobiontisch wachsender gasbildender Bakterienarten«.

Das w. M. Herr Hofrath Director F. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Herrn Friedrich Siebenrock, Assistenten am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien betitelt: »Das Skelet von *Brookesia superciliaris* Kuhl.«

Das w. M. Herr Hofrath Director A. Kerner v. Marilaun überreicht eine im botanischen Museum der k. k. Universität in Wien von Herrn Dr. Julius Steiner ausgeführte Abhandlung, betitelt: »Beiträge zur Lichenenflora Griechenlands und Egyptens«.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. III. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

VII. SITZUNG VOM 2. MÄRZ 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII—X (October bis December 1892) des 101. Bandes der Abtheilung III der Sitzungsberichte und das Heft II (Februar 1893) des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Ferner legt der Secretär Dankschreiben vor, und zwar von Herrn Med. Dr. Eugen v. Halácsy in Wien für die ihm zur Durchforschung der Flora Thessaliens bewilligte Reisesubvention und von Herrn J. Dörfler in Wien für einen Subventionsbeitrag zu einer botanischen Forschungsreise nach Albanien.

Herr Prof. Dr. Guido Goldschmiedt übersendet folgende drei Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag:

1. »Über das dimoleculare Propionylcyanid und über die daraus dargestellte Äthyltartronsäure«, von dem Privatdocenten Dr. Karl Brunner, k. k. Realschulprofessor.
2. »Über einige neue Derivate des Isochinolins«, von stud. chem. Paul Fortner.
3. »Zur Kenntniss des Tetramethoxyldiphtalyls«, von stud. chem. Richard Löwy.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung des Prof. Dr. J. Puluj in Prag: »Über die Wirkung gleichgerichteter sinusartiger elektromotorischer Kräfte in einem Leiter mit Selbstinduction.« (II. Mittheilung.)

Ferner überreicht Herr Hofrath v. Lang eine Abhandlung von Dr. Gustav Jäger in Wien: »Über die Theorie der inneren Reibung der Flüssigkeiten«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. »Über eine neue Synthese des Isochinolins«, von Dr. C. Pomeranz.
2. »Eine Bestimmungsmethode für Harnsäure und Beobachtungen an Harnsäurelösungen«, von Ignaz Kreidl.

Herr Dr. W. Meyerhoffer überreicht eine Arbeit aus dem II. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien: »Über eine Regel bezüglich der Zahl der gesättigten Lösungen bei Doppelsalzsystemen«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Schnellinger J., Fünfstellige Tafeln für die Zehner-Logarithmen der natürlichen und trigonometrischen Zahlen. Wien, 1892; 8°.

See T. J. J., Die Entwicklung der Doppelstern-Systeme. Berlin, 1893; 4°.

VIII. SITZUNG VOM 9. MÄRZ 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft X (December 1892) des 101. Bandes der Abtheilung II. a. der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. J. v. Hepperger in Graz: »Zur Theorie der astronomischen Strahlenbrechung«.

Das c. M. Herr Custos Dr. Emil v. Marenzeller überreicht eine Abhandlung mit dem Titel: »Zoologische Ergebnisse der Tiefsee-Expeditionen im östlichen Mittelmeere auf S. M. Schiff »Pola«. 1. Echinodermen, gesammelt 1890, 1891 und 1892«; ferner einen Auszug aus den Beschreibungen der neuen Arten, betitelt: »Neue Echinodermen aus dem Mittelmeere«. (Vorläufige Mittheilung.)

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht folgende vorläufige Mittheilung: »Über die Formel für die Tragkraft der Elektromagnete«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Fritsche, H., Über die Bestimmung der geographischen Länge und Breite und der drei Elemente des Erdmagnetismus durch Beobachtungen zu Lande, sowie erdmagnetische und geographische Messungen an mehr als tausend verschiedenen Orten in Asien und Europa. (Ausgeführt in den Jahren 1867—1891.) St. Petersburg, 1893; 8°.

IX. SITZUNG VOM 16. MÄRZ 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Das Präsidium der Central-Commission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland übermittelt den Bericht über deren Thätigkeit in den Geschäftsjahren 1889—1891 und begleitet denselben mit einem Aufrufe zum Beitritte in den Verein für deutsche Landeskunde, mit dessen Gründung der IX. deutsche Geographentag die genannte Commission betraut hat.

Das w. M. Herr Prof. L. Pfaundler übersendet eine Arbeit aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität in Graz von Prof. Dr. I. Klemenčič, betitelt: »Beiträge zur Kenntniss der Absorption und Verzweigung elektrischer Schwingungen in Drähten«.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. »Beiträge zur Kenntniss des Vicentiner Tertiärs. I. Die Land- und Süsswasserschnecken der Vicentiner Eocänbildungen. II. Die Fauna des M. Pulli bei Valdagno«, von Dr. Paul Oppenheim in Berlin.
2. »Beiträge zur Kenntniss der untersalpetrigen Säure.« (I. Mittheilung.) Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag von Herrn Anton Thun.
3. »Zur Kenntniss der Niederschlagsperioden«, vorläufige Mittheilung von Herrn Johann Unterweger in Judenburg.

Herr Prof. Guido Goldschmiedt übersendet folgende drei Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag:

1. »Untersuchungen über Abietinsäure. I.,« von stud. chem. Heinrich Mach.
2. »Über das Urson«, von stud. chem. Wilhelm Gintl.
3. »Über das Scoparin«, I. Abhandlung, von Guido Goldschmiedt und Franz v. Hemmelmayr.

Das w. M. Herr Prof. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. W. Meyerhoffer: »Über kryohydratische Quintupelpunkte«.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Claus überreicht folgende Mittheilung: »Über die Antennen der Cyclopiden und die Auflösung der Gattung *Cyclops* in Gattungen und Untergattungen«

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Le Prince Albert Ier, Prince souverain de Monaco, Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur Son Yacht »l'Hirondelle«. Fascicule IV. Opisthobranches, par Rudolph Bergh. (Avec quatre Planches.) Monaco, 1893; 4°.

Der periphere Verlauf der motorischen Rachen- und Gaumennerven

von

Dr. L. Réthi in Wien.

Aus dem physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Jänner 1893.)

In den »Nervenwurzeln der Rachen- und Gaumenmuskeln«[1] habe ich nachgewiesen, dass die Nervenwurzeln der erwähnten Muskeln, des M. stylo-pharyngeus, der Rachenconstrictoren, der Mm. palato-pharyngei und palato-glossi und des M. levator veli palatini im oberen und mittleren Wurzelbündel des Glosso-pharyngeus-Vagus-Accessoriusursprunges enthalten sind. Man kann nämlich, wenn man die Ursprünge dieser Nerven blosslegt, die »von innen oben nach aussen unten absteigenden Wurzelbündel (Fig. 1 bei 1),[2] in einem kleinen Abstande von denselben, die mehr oder weniger quer abgehenden mittleren Fasern (2) und dann die von innen unten nach aussen oben aufsteigenden Fäden (3), die sich in den ebenfalls deutlich sichtbaren Accessoriusstamm (*A*) einsenken«, gut unterscheiden.

Der Zweck der vorliegenden Versuche war nun, den peripheren Verlauf der in diesen Wurzelbündeln enthaltenen und für die genannten Muskeln bestimmten motorischen Fasern festzustellen. Es handelte sich also hier darum, die den einzelnen Muskeln zugehörigen Fasern in den Nerven unmittelbar nach ihrem Austritte aus der Schädelhöhle aufzusuchen und weiter

---

[1] L. Réthi, Diese Sitzungsber. Juli 1892.

[2] Die Figur bezieht sich auf die in der oben erwähnten Abhandlung ausgeführte Zeichnung.

zu verfolgen. Als Versuchsthiere dienten Kaninchen, Katzen, Hunde und Affen.

Die Versuchsanordnung war folgende: Das narkotisirte Thier wurde in der Rückenlage festgebunden, die Weichtheile des Halses in der Mittellinie gespalten und die Tracheotomie vorgenommen. Nach Entfernung der Sublingualdrüsen und der im Wege stehenden Muskeln wurden die grossen Gefässe doppelt unterbunden, ebenso wie der N. Hypoglossus durchschnitten und nach beiden Seiten zurückgeschlagen. Mitunter musste auch der Unterkieferwinkel mit der Knochenzange entfernt werden, um mehr Raum zu gewinnen. Auf diese Weise kamen allmälig die tieferen Gebilde, der N. Sympathicus N. vagus, N. laryngeus superior, der R. pharyngeus vagi mit seinen Verzweigungen, der N. glosso-pharyngeus und die Verbindungsfäden derselben untereinander zum Vorschein. Am schwierigsten war stets die Freilegung der Nerven gleich nach ihrem Austritte aus dem For. jugulare und oft mussten grössere Stücke der doppeltunterbundenen grossen Halsgefässe herausgeschnitten werden.

Dann wurde die Membr. thyreo-hyoidea der Quere und Länge nach, beim Hunde und bei der Katze auch das Zungenbein gespalten, die Cart. thyreoidea in der Mittellinie durchschnitten und die Epiglottis abgetragen. Doch wurden die Bewegungen des Gaumensegels bei der Katze und beim Affen auch direct durch die Mundhöhle beobachtet.

Die Reizung war in vielen Versuchen eine unipolare, indem eine Elektrode mit dem Maulkorb des Thieres verbunden wurde, während ich mit der anderen, zur besseren Handhabung in ein Glasröhrchen eingelassenen, in einen feinen Platindraht auslaufenden Elektrode die Nerven abtasten konnte; in anderen Versuchen hingegen bediente ich mich der Doppelelektrode, mit welcher ich den herauspräparirten und auf einen Faden aufgeladenen Nerven reizte. In beiden Fällen wurden die Ströme eines Du Bois-Reymond'schen Inductoriums verwendet.

1. Die motorischen Nerven des M. stylo-pharyngeus.

Die für den M. stylo-pharyngeus bestimmten Nervenfasern verlaufen im oberen, dem N. glosso-pharyngeus angehörigen

Wurzelbündel. Nun wissen wir, dass der N. glosso-pharyngeus gleich unterhalb des G. petrosum zur Verbindung mit dem N. facialis einen R. communicans abgibt, der nach Schwalbe[1] »mit einem Theil des für den M. digastricus bestimmten Facialiszweiges eine nach unten convexe Schlinge bildet, aus der Fasern beider Nerven in peripherer Richtung ausstrahlen können (Bischoff)«, — eine Verbindung, welche nach vielen Autoren, insbesondere nach Longet,[2] Rüdinger,[3] Hyrtl,[4] Henle[5] und Langer[6] mit Wahrscheinlichkeit dazu dient, dem N. glosso-pharyngeus Facialisfasern für den M. stylo-pharyngeus zuzuführen.

Der N. glosso-pharyngeus geht aber auch mit dem N. vagus, beziehungsweise dem R. pharyngeus desselben Anastomosen ein. Wir finden über das Verhalten des R. pharyngeus vagi des Kaninchens bei Exner[7] Folgendes: »Präparirt man bei diesem Thier den N. vagus nach aufwärts, so findet man, bisweilen erst im For. jugulare, bisweilen zwischen diesem und dem Plexus nodosus einen Stamm abgehen, welcher sich durch sein Verbreitungsgebiet als das Analogon des menschlichen R. pharyngeus vagi herausstellt. Auch die Anastomose mit dem N. glosso-pharyngeus ist vorhanden.« Ebenso anastomosirt der N. glosso-pharyngeus mit dem R. pharyngeus vagi auch beim Hunde und Affen, und beim Menschen betheiligt sich der N. glosso-pharyngeus an der Bildung des Plexus pharyngeus.

Was nun die Verbindung des N. facialis mit dem N. glosso-pharyngeus betrifft, so kommt dieselbe für uns nicht in Betracht; dass vom N. facialis zum Glosso-pharyngeus-Stamm keine für den M. stylo-pharyngeus bestimmten Fasern hinübertreten, erhellt daraus, dass der Facialisstamm an seinem Ursprung

---

1 Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie 1881.

2 Longet, Recherches sur les fonctions des faisceaux de la moelle epinière. Arch. gén. de Méd. 1841.

3 Rüdinger, Anatomie der Gehirnnerven.

4 Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 1875.

5 Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, 1876

6 Langer, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 1865.

7 Exner, Die Innervation des Kehlkopfes. Diese Sitzungsber. 1884.

solche Fasern überhaupt nicht enthält. Ich habe in meinen früheren Versuchen, wie seinerzeit[1] näher ausgeführt, bei Reizung des Facialisstammes an dieser Stelle wohl Contractionen der Gesichts- und Ohrmuskeln gesehen, eine Contraction des M. stylo-pharyngeus jedoch konnte von da aus »niemals erzielt werden.«

Dass aber auch umgekehrt, die motorischen Fasern des M. stylo-pharyngeus vom N. glosso-pharyngeus nicht in die Bahn des N. facialis, etwa zu dem für den M. digastricus bestimmten Facialisast gehen, ergibt sich schon daraus, dass der Glosso-pharyngeusstamm nach seinem Austritt aus dem For. jugulare überhaupt keine Stylo-pharyngeusfasern mehr enthält, wie daraus erhellt, dass Reizung dieses Nerven hier keine Contraction des M. stylo-pharyngeus auslöst. Ebensowenig sind die Stylo-pharyngeusfasern in jenem Faden zu suchen, der den N. glosso-pharyngeus mit dem R. pharyngeus vagi verbindet, weil der Glosso-pharyngeusstamm, wie eben erwähnt, nach seinem Austritt aus der Schädelhöhle, also weder central- noch peripherwärts von der Abgangsstelle dieses Verbindungsfadens Stylo-pharyngeusfasern führt und auch Reizung des anastomotischen Fadens keine Contraction des M. stylo-pharyngeus ergibt.

Bevor ich in der Beschreibung der Versuche fortfahre, soll vorher noch der Verlauf und die Verzweigung des R. pharyngeus vagi beschrieben werden. Beim Kaninchen verläuft er parallel mit dem N. glosso-pharyngeus ziemlich direct nach vorne und theilt sich nach Exner[2] »auf diesem Wege in zwei Zweige. Der obere pflanzt sich in den lateralen Theil der hinteren Wand des Pharynx, bei grossen Thieren etwa 8 *mm* über dem Schildknorpel ein. Der untere Ast ist der N. laryngeus medius«.

Beim Affen theilt sich der R. pharyngeus vagi ebenfalls in zwei Äste, von denen der obere mehr oder weniger geradeaus nach vorne zieht, sich in feine Ästchen auflöst und den obersten Faden fast senkrecht nach oben sendet, während der untere

---

[1] Réthi l. c.

[2] Exner l. c.

Ast nach vorne und unten gegen den Schildknorpel zieht und sich in einzelne quer abgehende Fädchen auflöst.

Beim Hunde theilt sich der R. pharyngeus vagi in drei Äste, deren Verlauf von Exner[1] folgendermassen beschrieben wird: »der oberste geht direct nach vorne verlaufend in einer Höhe, welche der Membr. thyreo-hyoidea entspricht in die Pharynxmusculatur über. Der zweite Ast ist der N. laryngeus medius; er verläuft nach abwärts, bohrt sich, nicht wie er dies beim Kaninchen thut, in den M. thyreo-pharyngeus ein, sondern liegt diesem aussen an, kreuzt den R. externus des oberen Kehlkopfnerven, an dessen innerer Seite er liegt und verläuft dann ähnlich wie der R. externus desselben nach vorne und abwärts um etwas über diesem.... im M. crico-thyreoideus zu verschwinden. Der dritte Ast ist wieder für den Pharynx bestimmt. Er läuft, sich ähnlich, wie der N. laryngeus medius verhaltend, nach abwärts, liegt hiebei unter den beiden Zweigen des N. laryngeus superior, die er kreuzt und tritt in den untersten Theil der Pharynxmusculatur, den sogenannten Crico-pharyngeus ein«.

In ähnlicher Weise verhält sich der R. pharyngeus vagi bei der Katze; auch da spaltet er sich in drei Äste, die sich ähnlich verhalten, wie beim Hunde; doch sind nicht selten vier Äste statt drei vorhanden, und zwar waren manches Mal auch bei Einem Thiere auf einer Seite drei und auf der anderen deren vier zu sehen.

Beim Menschen bilden nach Henle[2] die Vaguswurzeln mit dem R. pharyngeus des N. glosso-pharyngeus und mit sympathischen Zweigen den Plexus pharyngeus, »der an der Seitenwand des Pharynx in der Höhe des M. hyo-pharyngeus liegt, zuweilen eine oder mehrere gangliöse Anschwellungen einschliesst und seine Äste strahlenförmig gegen Schlund und Gaumen entsendet«.

Wird nun der R. pharyngeus vagi an seiner Austrittsstelle aus dem N. vagus gereizt, so bekommt man Contraction des M. stylo-pharyngeus in seiner ganzen Länge und verfolgt man diese Fasern auf diese Weise weiter, so kann man constatiren, dass Fasern für die untere Portion des M. stylo-pharyngeus

[1] Exner l. c.

[2] Henle l. c.

beim Kaninchen im unteren Ast des Pharyngealnerven, im N laryngeus medius, ebenso auch beim Affen im unteren Ast des R. pharyngeus vagi und beim Hunde und der Katze im mittleren — bei letzterer aber oft auch im unteren Ast verlaufen; dagegen wird die obere Portion des M. stylo-pharyngeus beim Kaninchen durch Fasern versorgt, welche vom oberen Ast des R. pharyngeus vagi in querer Richtung zum Pharynx hinziehen.

Die motorischen Fasern des M. stylo-pharyngeus treten demnach schon innerhalb des Foramen jugulare in den Vagusstamm über und werden durch Äste des R. pharyngeus vagi ihrem Endziele zugeführt.

2. Die motorischen Nerven des M. Levator veli palatini.

Betreffs der motorischen Nerven des Levator veli palatini ist zu erwähnen, dass sie insbesondere von Valentin,[1] Longet,[2] Nuhn,[3] Hyrtl,[4] Langer,[5] Henle,[6] Merkel[7] und Schwalbe[8] vom N. facialis abgeleitet werden, dass sie nach diesen Autoren vom Ganglion geniculatum des N. facialis in den N. petrosus superficialis major übergehen, zum G. sphenopalatinum des zweiten Trigeminusastes gelangen und von da durch die N. palatini dem Gaumen zugeführt werden sollen.

Im G. geniculatum des N. facialis wurden auch Zerfaserungen vorgenommen, um den Verlauf der im N. petrosus superficialis major enthaltenen Fasern festzustellen; Varrentrapp,[9] Cloquet[10] und Hirzel[11] haben die Fasern des

---

1 Valentin, De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici libri quatuor. Bern 1839.

2 Longet l. c.

3 Nuhn, Versuche über den Einfluss des N. facialis auf die Bewegungen des Gaumensegels. Heidelberg 1849.

4 Hyrtl l. c.

5 Langer l. c.

6 Henle l. c.

7 Merkel, Handbueh der topographischen Anatomie 1890.

8 Schwalbe l. c.

9 Varrentrapp, Observationes anat. de parte cephalica nervi sympathici ejusque conjunctionibus cum nervis cerebr. Frankfurt 1831.

10 Cloquet, Traité d'anat. descript. Paris 1832.

11 Hirzel, Journal compl. du Dict. des Sc. méd., XXII.

N. petrosus superficialis major pheripherwärts, Bidder[1] hingegen nur centralwärts im Stamm des N. facialis verfolgen können, während Longet,[2] Beck,[3] Arnold[4] und Frühwald[5] sie theils central-, theils pheripherwärts verfolgt haben.

Von den N. palatini sagt Henle:[6] »Mit dem grössten Theil ihrer Fasern das Ganglion (spheno-palatinum) ununterbrochen durchsetzend, ziehen sie senkrecht zum Canalis pterygopalatinus herab, als ein Stamm, der sich bald in drei...Äste theilt«; einer von diesen, der Hauptast ist der N. palatinus anterior; »der grössere der beiden Nebenäste, der N. palat-post. verlässt seinen Knochencanal vor dem Hamulus pterygoideus und über der sehnigen Ausbreitung des M. spheno-staphylinus und zerfällt medianwärts in Zweige, die sich in die Mm. petro-staphylini und palato-staphylini verlieren. Es sind wahrscheinlich Fasern des N. facialis und insbesondere des N. petrosus superficialis major, die durch diesen Gaumennerven den Muskeln zugeführt werden«.

Da jedoch eine weitere Verfolgung dieser Nervenfasern durch das G. spheno-palatinum hindurch in die Nn. palatini nicht möglich ist und dieselbe auch Hein[7] nicht glückte, so ist es auch von verneherein möglich, dass diese Fasern eine andere Bestimmung haben und zum Levator veli palatini in keiner Beziehung stehen.

Nun lässt andererseits Henle[8] selbst motorische Fasern zum Levator palati mollis auch durch den Plexus pharyngeus treten, ebenso sagt Schwalbe:[9] »Überdies steht es fest, dass

---

1 Bidder, Neurologische Betrachtungen. Dorpat 1830.

2 Longet l. c.

3 Beck, Untersuchungen über einzelne Theile des VII. und IX. Hirnnervenpaares, 1847.

4 Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen, 1850.

5 Frühwald, über die Verbindung des N. petrosus superficialis major mit dem Genu nervi facialis. Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien 1876.

6 Henle l. c.

7 Hein, über die Nerven des Gaumensegels Müller's Arch. 1844.

8 Henle l. c.

9 Schwalbe l. c.

ein Zweig des N. pharyngeus superior zum Levator veli palatini und Azygos uvulae geht« und auch nach Luschka[1] stammen die motorischen Nerven des Gaumens »aus dem Vagus, welcher durch Vermittelung der Rami-pharyngei Fasern an den Azygos uvulae und Levator veli palatini....abgibt und aus dem N. facialis«.

Hingegen rühren nach Volkmann[2] und Hein[3] die motorischen Nerven des Levator veli palatini ausschliesslich vom N. vagus her und auch meine Versuche ergaben,[4] dass die motorischen Nerven des Gaumenhebers mit dem mittleren Wurzelbündel des Glossopharyngeus-Vagus-Accessorius-Ursprungs aus der Medulla oblongata austreten und dass sie ausschliesslich in diesem enthalten sind.

In weiterer Verfolgung dieser im mittleren Wurzelbündel enthaltenen Levatorfasern zeigte sich nämlich bei den obengenannten Thiergattungen, Kaninchen, Katzen und Hunden sowohl, als auch bei Affen, dass sie im R. pharyngeus vagi verlaufen. Reizung dieses Nerven unmittelbar nach seinem Abgange vom Vagusstamm, sowie in seinem weiteren Verlaufe ergibt Hebung des Gaumensegels, beim Affen auch Contraction des M. azygos uvulae und nachdem er sich in zwei, beziehungsweise drei Äste getheilt hat, kann man durch Reizung des oberen Astes Contraction des Levator veli palatini, beziehungsweise M. azygos uvulae erzielen. Wird dieser Ast auf einen Seidenfaden aufgeladen und durchschnitten, so bekommt man bei Reizung des peripheren Endes denselben Effect, während Reizung des centralen Stumpfes keine Hebung des Gaumensegels zur Folge hat, zum Beweis, dass es sich nicht etwa um eine reflectorisch ausgelöste Contraction gehandelt hat.

In anderen Fällen wurden nach vorgenommener Präparation der Äste des R. pharyngeus vagi auch die Nervenwurzeln auf folgende Weise blossgelegt: der Kopf des Thieres wurde stark brustwärts gebeugt, die Haut zwischen Protuberantia

---

[1] Luschka l. c.

[2] Volkmann, über die motorischen Wirkungen der Kopf und Halsnerven. Müller's Archiv 1840.

[3] Hein l. c.

[4] Réthi l. c.

occipitalis externa und viertem Halswirbel durchtrennt, die Muskeln beiderseits doppelt unterbunden und quer durchschnitten. Dann wurden die Muskeln von der Membrana obturatoria abgelöst, letztere gespalten und an den Ansatzstellen abgetragen, die Seitentheile der Membran jedoch zur Vermeidung von grösseren Blutungen, welche eine Fortsetzung des Versuches unmöglich machen, geschont. Schliesslich wurden nach Bloslegung der Medulla oblongata, um besseren Zugang zu verschaffen, Theile des Os occipitis an der oberen, äusseren Umrandung der gewonnenen Öffnung abgetragen, jedoch eine Entfernung von Knochen in der Mittellinie sowohl, als auch an der lateralen Begrenzung nach Möglichkeit vermieden.

Nachdem ich mich davon überzeugt hatte, dass Reizung des mittleren Wurzelbündels Hebung des Gaumensegels ergab, wurde der R. pharyngeus vagi durchschnitten; es ergab dann nur mehr das periphere Ende desselben Levatorcontractionen, während durch Reizung des Ursprunges am Levator veli palatini kein Effect mehr erzielt werden konnte und in den Fällen, in denen der herauspräparirte Nerv der anderen Seite ebenfalls durchschnitten wurde, entfiel beim Schlingacte, die während desselben bis dahin deutlich vorhanden gewesene Hebung des Gaumensegels.

Dieser obere Ast des R. pharyngeus vagi zerfällt, am Pharynx angelangt in mehrere feine Fäden, von denen einige mehr oder weniger die quere Richtung des oberen Pharyngealastes einhalten und in die seitliche Rachenwand eintreten, während der oberste und längste der Körperaxe nahezu parallel verläuft und oberhalb der Tonsille in die seitliche Rachenwand eindringt. Dieser Faden ist sehr fein und verliert, frei herauspräparirt sehr rasch seine Erregbarkeit. Er ist es, der die Erregungen des R. pharyngeus vagi zum M. levator palatinus und beim Affen auch zum M. azygos uvulae leitet.

Die im mittleren Wurzelbündel enthaltenen Levatorfasern verbleiben somit auch im weiteren Verlaufe im N. vagus und gehen durch den oberen Ast des R. Pharyngeus vagi, und zwar im obersten hinter der Tonsille verlaufenden und über derselben in die seitliche Rachenwand eintretenden Faden desselben, zum Levator veli palatini.

Ich will hier die Gelegenheit wahrnehmen, einige Details meiner früheren Arbeit über die Nervenwurzeln der Rachen- und Gaumenmuskeln auszuführen und einen Punkt richtig zu stellen. Bei den Versuchen war damals mein Hauptaugenmerk darauf gerichtet, zu sehen, ob der N. facialis immer und unter allen Umständen von der Innervation des Levator veli palatini ausgeschlossen werden müsse, oder ob es auch Fälle gibt, in denen er sich an der motorischen Innervation des weichen Gaumens betheiligt. Ich kam damals zu dem Ergebnisse, dass der N. facialis niemals motorische Fasern zum Gaumensegel sendet und dass das mittlere Wurzelbündel ausschliesslich und constant die betreffenden Levatorfasern führt; dabei hob ich aber auch hervor, dass dieselben in den oberen Fasern des mittleren Wurzelbündels enthalten sind, was ich aber in weiterer Verfolgung meiner früheren Versuche, die ich neuerdings an einer grossen Anzahl von Kaninchen, Hunden und Katzen und ausserdem auch an Affen vornahm, jetzt dahin corrigiren muss, dass die Levatorwirkung bei Reizung der unteren Fasern dieses Bündels am deutlichsten zu sehen ist.

Nun komme ich im Anschlusse an meine Versuche an Affen auf diejenigen von Beevor und Horsley[1] zu sprechen. Diese Autoren, die ihre Versuche an acht Affen (Macacus sinicus) vornahmen, kamen zu dem Resultat, dass der M. levator veli palatini ausschliesslich vom N. accessorius versorgt werde. Ich fand jedoch, dass das mittlere Wurzelbündel auch beim Affen, — ich machte die Versuche an Rhesusaffen (Macacus erythraeus, Wagn.) — die motorischen Nerven der Constrictoren des Rachens, des M. palato-pharyngeus und die unteren Fasern desselben die des Levator veli palatini enthalten.

Übrigens vermuthe ich, dass Beevor und Horsley dasselbe gesehen haben, wie ich und dass sich der Widerspruch zwischen diesen beiden verschiedenen Angaben vielleicht durch die verschiedene Auffassung dessen, was man noch als zum N. vagus und was als zum N. accessorius gehörig ansieht, erklären lässt. Dass aber diese unteren Fasern des mittleren

[1] Beevor und Horsley, Note on some of the motor functions of certain cranial nerves and of the three first cervical nerves in the monkey. Proceed. of the Royal Society of London 1888, Vol. XLIV, S. 269.

Wurzelbündels nichts Anderes sind, als Vaguselemente, geht aus folgenden Betrachtungen hervor.

Bekanntlich unterscheidet man am N. accessorius einen R. externus, auch Accessorius spinalis genannt, der seine Wurzeln aus der Medulla spinalis erhält und den M. sterno-cleido-mastoideus und Cucullaris versorgt und einen R. internus, auch Accessorius vagi genannt, der seine Wurzelfäden ausschliesslich aus der Medulla oblongata bekommt. Diese beiden Äste legen sich im Foramen jugulare aneinander, so dass sie vorübergehend scheinbar zu einem einzigen Nerven verschmelzen, ohne jedoch, wie insbesondere auch Schwalbe hervorhebt, mit einander in Verbindung zu treten und ohne einen Faseraustausch auszuführen. Im weiteren Verlaufe treten sie wieder auseinander, — Bischoff, Bendz, Longet, Bernard etc. konnten den Übertritt von Fasern des N. accessorius in den R. pharyngeus vagi deutlich sehen—und nach Langer, Schwalbe u. A. geht der Accessorius vagi im N. vagus ganz unter.

Wenn auch ein Theil der Fasern des mittleren Wurzelbündels sich im Foramen jugulare auf eine kurze Strecke an den N. accessorius spinalis anlehnt, so kann man sie aus diesem Grunde allein noch nicht als Accessoriuselemente betrachten. Es müssen vielmehr sämmtliche Fasern des mittleren Wurzelbündels nicht nur aus dem Grunde als anatomisch und physiologisch zusammengehörig betrachtet werden, weil sie hier zumeist zu einem einzigen Bündel vereinigt aus der Medulla oblongata austreten und andererseits auch sogleich nach ihrem Austritte aus dem Foramen jugulare wieder mit dem Vagusstamm, beziehungsweise im R. pharyngeus vagi weiter verlaufen, sondern hauptsächlich auch aus dem Grunde, weil sie in der Medulla oblongata selbst aus Einem Kern entspringen. Darkschewitsch[1] gibt zwar an, dass für beide Portionen des N. accessorius nur ein Kern vorhanden sei und dass zwischen dem Kern der oberen Portion des N. accessorius und dem des N. vagus eine ziemlich scharfe Grenze besteht, nach Meynert[2]

---

[1] Darkschewitsch, über den Ursprung und den centralen Verlauf des N. accessorius Willisii, Arch. f. Anat. u. Physiologie, 1885.

[2] Meynert, Psychiatrie, 1884.

ist jedoch der vordere Vaguskern gleichzeitig auch der Kern des N. accessorius und nach Holl[1] »ist der R. internus ein Hirnnerv und zwar ein Theil des Vagus« und sind die Ursprungsfasern des N. accessorius vagi identisch mit denen des N. vagus, entspringen sie ja »in gleicher Flucht mit letzteren«.

Demnach müssen die Fasern, durch deren Reizung der Levator veli palatini erregt werden kann, als zum N. vagus gehörig betrachtet werden.

3. Die motorischen Nerven der Constrictoren des Rachens.

Die motorischen Nerven der Constrictoren des Rachens werden theils vom N. accessorius und Vagus, theils vom N. glosso-pharyngeus abgeleitet und beim Menschen in den Plexus pharyngeus verlegt, der sie dann zu den Constrictoren gelangen lässt. Volkmann[2] und Hein[3] lassen den Constrictor medius vom N. glosso-pharyngeus, den oberen und unteren Schlundschnürer hingegen vom N. vagus versorgen. Beevor und Horsley[4] verlegen die motorischen Nerven derselben beim Affen in den N. accessorius, die des Constrictor medius vielleicht in den N. glosso-pharyngeus, während ich die Nervenwurzeln sämmtlicher Constrictoren im mittleren Wurzelbündel nachweisen konnte.[5] Bemerkt soll hier werden, dass die Wurzelfasern der Constrictoren, welche nach meinen Versuchen auch beim Affen im mittleren Wurzelbündel verlaufen, zum N. accessorius ebenfalls in keiner Beziehung stehen und dass auch sie als Vagus- und nicht als Accessoriuselemente betrachtet werden müssen.

In weiterer Verfolgung der für die Constrictoren des Rachens bestimmten motorischen Nerven zeigte sich, dass dieselben bei Kaninchen, Hunden, Katzen und Affen im N. vagus verbleiben und durch den R. pharyngeus vagi ihrer Bestimmung zugeführt werden, da man durch Reizung desselben nach vorgenommener Spaltung des weichen Gaumens und

[1] Holl, über den N. accessorius Willisii. Arch. f. Anat. u. Physiologie, 1878.

[2] Volkmann l. c.

[3] Hein l. c.

[4] Beevor und Horsley l. c.

[5] Réthi l. c.

Blosslegung der hinteren Rachenwand Contraction aller drei Constrictoren sehen konnte. Dass ihm die motorischen Fasern nicht etwa durch den Verbindungsfaden mit dem N. glossopharyngeus zugeleitet werden, braucht nach dem Vorausgeschickten nicht hervorgehoben zu werden.

Beim Kaninchen und Affen führte der obere Ast des R. pharyngeus vagi in der Regel die motorischen Nerven des Constrictor superior, während der untere die des Constrictor medius und inferior enthielt; doch ist zu bemerken, dass sich diese zwei Äste nicht selten sogleich wieder in feine Fäden auflösten, und dass eine scharfe Abgrenzung zwischen den einzelnen Constrictorfasern nicht immer gut möglich war. Beim Hunde und der Katze führte zumeist der obere Faden zugleich mit den Levatorfasern auch die des Constrictor superior, der mittlere die des medius und der untere die des inferior, zuweilen enthielt jedoch der untere Ast Fasern der beiden unteren Constrictoren, nicht selten führte der mittlere Ast auch die des Constrictor superior und andererseits manches Mal auch die des inferior. Theilte sich bei der Katze der R. pharyngeus vagi in vier Äste, so enthielt ein jeder der drei unteren Äste die motorischen Fasern je eines Constrictor, während der oberste die des Levator veli palatini enthielt.

Die für die Constrictoren des Rachens bestimmten, im mittleren Wurzelbündel enthaltenen motorischen Nerven verlaufen demnach im R. pharyngeus vagi und werden durch die beiden, beziehungsweise drei Äste desselben ihrer Bestimmung zugeführt.

4. Die motorischen Nerven des M. palato-pharyngeus und palato-glossus.

Die Beobachtung des hinteren Gaumenbogens war von der in der Regio infrahyoidea künstlich angebrachten Öffnung aus leicht möglich, während in den wenigen Fällen, in denen auch der vordere Gaumenbogen in den Bereich der Untersuchung gezogen wurde, die Beobachtung von der Mundhöhle aus geschah.

Die motorischen Nerven des M. palato-pharyngeus und palato-glossus werden beim Menschen in den Plexus pharyn-

geus verlegt und vom N. accessorius, vom N. facialis (Longet), sowie vom N. vagus (Volkmann, Hein) abgeleitet, während die des M. palato-glossus auch dem N. glosso-pharyngeus zugeschrieben werden (Hein, Luschka). Beevor und Horsley[1] fanden sie beim Affen im N. accessorius, in meinen Versuchen hingegen konnte ich bei allen oben erwähnten Thiergattungen die Nervenwurzeln des M. palato-pharyngeus sowohl als auch die des M. palato-glossus im mittleren Wurzelbündel nachweisen.

Die motorischen Nerven des M. palato-pharyngeus waren ebenfalls im R. pharyngeus vagi enthalten, da Reizung desselben ebenso wie des peripheren Endes — nach vorgenommener Durchschneidung — Contraction des Muskels ergab. Beim Kaninchen gelangen sie dann in der Regel durch den unteren Ast des pharyngealen Nerven, zuweilen aber auch durch den oberen, zusammen mit den Levatorfasern an die Peripherie. Bei der Katze verlaufen sie zumeist im unteren Ast zusammen mit den motorischen Fasern des Constrictor inferior, beziehungsweise auch mit denen des M. stylo-pharyngeus. Beim Hunde konnte Contraction des M. palato-pharyngeus durch Reizung des mittleren, einmal auch des unteren Astes und beim Affen durch Reizung des unteren der beiden Pharyngealäste ausgelöst werden.

Contraction des M. palato-glossus und Vorspringen des vorderen Gaumenbogens erzielte ich bei Hunden und Affen (bei letzteren schenkte ich diesem Muskel blos einmal Beachtung) durch Reizung des R. pharyngeus vagi und im weiteren Verlaufe liessen sich diese Fasern im oberen Aste desselben peripherwärts verfolgen. Beim Kaninchen verfolgte ich diesen Muskel nicht, da er sich wegen seiner grossen Zartheit, wie seinerzeit ausgeführt[1], dem Auge leicht entzieht.

Somit verlaufen die für den M. palato-pharyngeus bestimmten motorischen Nerven in der Regel im unteren, beim Hunde hingegen zumeist im mittleren Aste und die des M. palato-glossus im oberen Aste des R. pharyngeus vagi.

[1] Réthi l. c.

[1] Beevor und Horsley l. c.

Ob sich der periphere Verlauf der motorischen Gaumen- und Rachennerven beim Menschen in analoger Weise verhält, wie bei unseren Thiergattungen, muss hier unentschieden bleiben, wenn dies auch mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann. Aus dem Plexus pharyngeus, in welchem mehrere Nerven zusammenlaufen, gehen zahlreiche Fäden zur Rachenmusculatur und unter anderem geht einer dieser Äste nach Henle[1] »fast gerade aufwärts zum unteren Ende des M. petrostaphylinus«; ferner sagt er: »Jedenfalls fiele den motorischen Fasern der Vaguswurzel des Plexus pharyngeus die Innervation der Mm. cephalo-pharyngei und palato-pharyngei, petro-staphylini und palato-staphylini zu«.

Andererseits sind aber auch einige klinische Beobachtungen bekannt, aus welchen unzweifelhaft hervorgeht, dass der N. vagus ausschliesslich an der motorischen Innervation des Velum betheiligt ist. Auf einer Seite gibt es Fälle, in denen der Facialisstamm centralwärts vom Knie erkrankt war, ohne dass das Gaumensegel gelähmt gewesen wäre und auf der anderen finden wir Affectionen des N. accessorio-vagus, die mit Gaumensegellähmung einhergingen, ohne dass der N. facialis erkrankt gewesen wäre — Seeligmüller,[2] Schech,[3] Eisenlohr,[4] Oppenheim,[5] Aronsohn[6] etc.; auch sind Beobachtungen bekannt, welche dafür sprechen, dass die motorischen Rachen- und Gaumennerven im N. vagus nach seinem Austritte aus dem Foramen jugulare enthalten sind.

Es liegt auf der Hand, dass der Verlauf dieser Fasern unter Umständen von grosser klinischer Bedeutung sein kann; es

---

[1] Henle l. c.

[2] Seeligmüller, Ein Fall von Lähmung des Acces. Willisii Archiv f. Psychiatrie, 1872 III Bd.

[3] Schech, Drei Fälle von Kehlkopfmuskellähmung infolge von Tumoren. Deutsches Arch. f. klin. Med.

[4] Eisenlohr, Zur Pathologie der centralen Kehlkopflähmungen. Arch. f. Physiologie 1888.

[5] Oppenheim, Neue Beiträge zur Pathologie der Tabes dorsalis, Arch. f. Psych., 1889.

[6] Aronsohn, Zur Pathologie der Glottiserweiterer, Deutsche med. Wochenschrift 1888, Nr. 27.

können Neubildungen vergrösserte Lymphdrüsen und Lymphosarcome einen Druck auf die Nerven in ihrem Verlaufe an der äusseren Seite des Halses ausüben; ferner können hier Verletzungen der Nerven stattfinden und es soll hier nur angedeutet werden, dass namentlich der Verlauf der für den Levator veli palatini bestimmten motorischen Fasern in klinisch diagnostischer Beziehung insoferne von Bedeutung sein kann, als sie insbesondere auch durch vergrösserte und degenerirte Tonsillen, hinter denen die Nerven nach oben ziehen, in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Tafelerklärung.

Die beigegebene Zeichnung veranschaulicht schematisch den Ursprung und den peripheren Verlauf der motorischen Rachen- und Gaumennerven beim Affen.

1 oberes, 2 mittleres, 3 unteres Wurzelbündel.

Gl. ph., N. glosso-pharyngeus.

Va., N. vagus.

Lar. s., N. laryngeus superior.

Ac., N. accessorius spinalis mit seinen zwei Ästen für den M. cucullaris und sterno-cleido-mastoideus.

R. ph. v. Ramus pharyngeus vagi — *a* der obere, *b* der untere Ast desselben.

St. ph., die motorischen Nerven des M. stylo-pharyngeus, und zwar St. ph. 1, die Fasern der oberen und St. ph. 2, der unteren Portion desselben.

P. gl. — P. gl., die motorischen Nerven des M. palato-glossus.

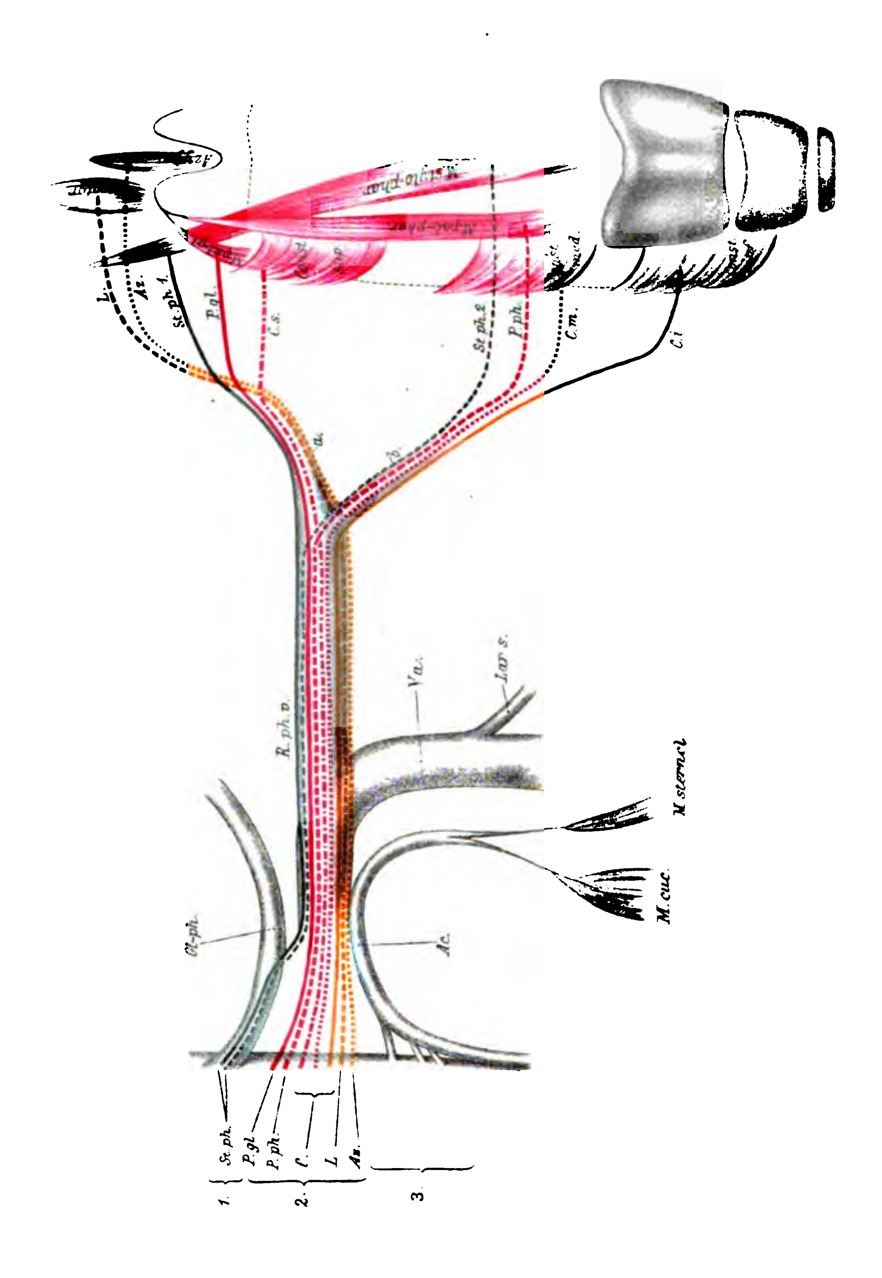
P. ph. — P. ph., die motorischen Nerven des M. palato-pharyngeus.

C., die motorischen Nerven der Rachen-Constrictoren und im weiteren Verlaufe: C. s., Fasern des Constrictor superior, C. m., des Constrictor medius und C. i., des Constrictor inferior.

L. — L., die motorischen Nerven des Levator veli palatini.

Az. — Az., jene des Azygos uvulae.

L. Réthi: Rachen- und Gaumennerven.



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Classe, Bd. CII. Abth. III. 1893.



Beiträge zur Biologie anaërobiotisch wachsender gasbildender Bacterienarten

von

Dr. phil. **G. Neumann.**

Aus dem Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie der k. k. Universität in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Februar 1893.)

Die Gase, welche von Bacterien producirt werden, sind wiederholt Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Meines Wissens hat man dabei nur den Nachweis einzelner chemischer Verbindungen in dem Gasgemenge, aber niemals eine vollständige Analyse des Gemisches durchgeführt.

Eine solche auf alle Gase Rücksicht nehmende Untersuchung begegnet besonderen Schwierigkeiten. Sie bestehen namentlich darin, dass ein grosser Theil des dazu nöthigen, sehr umfangreichen Apparates steril gehalten werden muss. Ich habe zwei derartige Analysen ausgeführt und dabei zwei verhältnissmässig viel Gas producirende Bacterienarten in anaërober Cultur angewendet.

Die eine der beiden Bacterienarten war im hiesigen Laboratorium für allgemeine Pathologie aus dem Sputum eines an Influenza pneumoniae leidenden Patienten frisch gezüchtet worden. Es war ein Kapselbacillus in seinen Eigenschaften dem von Fasching[1] beschriebenen Bacillus capsulatus mucosus und dem Bacillus capsulatus von Pfeiffer[2] sehr nahe

---

[1] M. Fasching, diese Sitzungsberichte 1891. Bd. 100, Abth. III.

[2] Zeitschrift für Hygiene. Bd. VI, S. 145.

stehend, aber dennoch durch einige wesentliche Merkmale, wie Säurebildung auf Lackmusmolke, Gasbildung und Wirkung auf Thiere von diesen verschieden. Da die genaue Beschreibung dieser Bacterienart erst publicirt werden wird, so führe ich diese Species unter dem Namen Bacillus capsulatus C, so wie derselbe im Institut bezeichnet wurde. Für mich war diese Bacterienart desshalb interessant, weil dieselbe durch eine ganz besonders starke Gasbildung bei Züchtung auf traubenzuckerhaltiger Gelatine sich auszeichnet und ganz frisch aus dem Sputum gezüchtet worden war.

Da es mir weniger daran lag, kennzeichnende Merkmale für einzelne Bacterien-Species zu finden, sondern die Verwendbarkeit der hier zu schildernden Methode für bacteriologische Zwecke im Allgemeinen zu prüfen, so wird man die Wahl einer bisher noch nicht genauer beschriebenen Bacterienart entschuldbar finden.

Die zweite von mir zu den Versuchen verwendete Bacterienart war der Bacillus pneumoniae Friedländer, von dem mir allerdings nur eine schon längere Zeit hindurch im Laboratorium fortgezüchtete Cultur zur Verfügung stand.

Der Untersuchungsmethode liegen zum Theil die von Cl. Winkler angegebenen Reactionen zu Grunde.

An dem Apparat, welcher bei diesen Analysen verwendet wurde, lassen sich im Wesentlichen zwei grössere Partien unterscheiden, einerseits die Cultur mit den Vorrichtungen, die die entwickelten Gase weitertransportiren helfen, und anderseits der Analysator. Der Transport der Gase geschah durch Stickstoff, welcher in dem Kolben 1 aus ein Theil Kaliumnitrit, ein Theil Kaliumbichromat, ein Theil Ammoniumchlorid und drei Theilen Wasser entwickelt wurde. Das Gas wurde gereinigt, indem es in der Waschflasche 2 durch Kalilauge, in dem Trockenthurm 3 durch Kalibimsstein und in der Röhre 4 über glühendes Kupfer strich. Alsdann trat es in einen Gasometer (5) mit verdünnter Zinkvitriollösung ein, welcher nach dem Füllen des Reservoirs mit Gas alkalische Pyrogallussäure hinzugefügt wurde. Die Zinkvitriollösung hatte den Zweck, das Wachsen von Wasseralgen in dem Behälter und die Entwicklung von Gasen durch dieselben zu verhindern. Die alkalische Pyro-

galluslösung sollte den Sauerstoff und die Kohlensäure des in den Gasometer fliessenden Wassers binden.

Die Fixirung eines constanten Niveaus in der Wanne des Gasometers geschah durch einen Schwimmheber (6). Damit, im Falle die gesammte Gasmenge durch das Wasser verdrängt worden war, nicht dieses letztere in den Apparat gelange, wurde der Stickstoff durch ein senkrecht aufsteigendes, über das Niveau des Schwimmers hinausragendes Rohr (7) geleitet. Der Gasometerhahn und ein Schraubenquetschhahn an der genannten Röhre (7) regulirten die Quantität des austretenden Gases, welches dann zur weiteren Reinigung, besonders Trocknung 3 Trockenthürme mit Kalibimsstein (8) und Schwefelsäurebimsstein (9 und 10) durchstrich.

Dann trat es in ein sterilisirtes Bacterienfilter (11), bestehend aus einer 0·15 *m* langen Röhre, die an ihren Enden 0·015 *m* lang mit Watte, in der Mitte aber mit Kieselguhr angefüllt war, ein. Um zu prüfen, ob das so präparirte Gas keimfrei war, wurde es durch zwei mit Nährgelatine beschickte Absorptionsröhren (12 und 13) geführt, welche in einem mit Thermoregulator versehenen Brutschrank (14) von 34° Wärme hingen.

Der Stickstoff durchlief dann ein dem beschriebenen gleiches Bacterienfilter (15), das den Zweck hatte, die sterile Nährgelatine der eigentlichen Cultur während des Zusammenfügens des Apparates vor dem Eintritt fremder Bacterien zu schützen. Nunmehr strömte das Gas in die Culturflasche (16), einen weit- aber kurzhalsigen Kolben von $^1/_2$ Liter Inhalt. Durch die eine Bohrung des Kautschukverschlusses derselben führte ein rechtwinklig gebogenes Rohr (17) mit Hahn, so dass der verticale Schenkel über dem Boden des Gefässes endigte. Eine zweite Bohrung enthielt ebenfalls ein rechtwinklig gebogenes Rohr (18) mit Hahn, welches dicht unter dem Pfropfen der Culturflasche endigte. In der dritten Bohrung befand sich das Impfrohr (19), eine 5 *mm* weite, kurz unter dem Stopfen mündende und oberhalb desselben mehrfach verjüngte, spitz ausgezogene Röhre. Die Culturflasche (16) stand in einem Brutschrank (20), dessen Thermoregulator auf 35° eingestellt war. An diesen Theil des Apparates schloss sich wieder ein

Bacterienfilter (21) gleicher Construction wie das schon beschriebene an.

Der nun folgende Analysator bestand zunächst aus fünf Absorptionsröhren (22—26), welche, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, durch Ansaugen und Einblasen von Luft an dem der Cultur abgewendeten Ende des Apparates mittelst Hebers gefüllt und entleert werden konnten, ohne dass es benöthigte, den Apparat auseinander zu nehmen. Die genannten Heber wurden mit Gummischlauch und Glasstab verschlossen und dann, wie überhaupt alle Schlauchverbindungen, am Apparat mit Drahtligaturen festgehalten. Die Röhren waren (22) mit verdünnter Schwefelsäure, (23) mit concentrirter Schwefelsäure, (24 und 25) mit Kalilauge (S. G. 1·25), welche mit Ätzkalk kohlensäurefrei gemacht war, und (26) mit Silbernitrat gefüllt. Diese Reagentien sollten aufnehmen: 1. Ammoniak und Amine. 2. Salpetersäureanhydrid, Stickstoffdioxyd und ungesättigte Kohlenwasserstoffe. 3. Chlor, Salzsäure, Cyan, Blausäure, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und schweflige Säure. 4. Phosphorwasserstoff, Arsenwasserstoff und Antimonwasserstoff.

Dann schloss sich dieser Anordnung eine weite Eprouvette (27) mit einer fast bis zum Boden reichenden Gaszuführungs- und einer kurz unter dem Stopfen endigenden Gasableitungsröhre an. Dieses Gefäss enthielt wenig Kalilauge und zwischen Verschlussstopfen und Gefässwand geklemmt ein Stück Manganchlorürpapier. Diesem Vorprüfer für Sauerstoff folgte das Absorptionsrohr für Sauerstoff (28). Dasselbe war wie die schon beschriebenen (22—26) construirt, trug aber neben dem Heber noch einen Tropftrichter mit Dreiweghahn (29), welcher gestattet, ohne Verlust des vorhandenen und ohne Zutritt eines anderen Gases Kalilauge zur Pyrogallussäure im Absorptionsrohr fliessen zu lassen.[1]

Die beiden nächsten zur Kohlenoxydgasaufnahme bestimmten U-Röhren (30 und 31) enthielten Bimsstein, etwas Kupfer und salzsaure Kupferchlorürlösung. Um eine vollständige Absorption des nur schwierig in dem genannten Reagenz löslichen Kohlenoxyd zu bewirken, war noch ein drittes

[1] G. Neumann, Journ. f. prakt, Chemie, 1888, Bd. 38, 89.

Rohr (32) mit salzsaurer Kupferchlorürlösung und Kupferdrehspähnen angebracht.

Aus dem Rest des Gases wurde in der mit concentrirter Eisenvitriollösung beschickten letzten Absorptionsröhre (33) das eventuell vorhandene Stickoxyd zurückgehalten.

Für die Untersuchung solcher Gase, welche von den obengenannten Reagentien nicht gebunden werden, nämlich des Wasserstoffs und der gesättigten Kohlenwasserstoffe, schloss sich ein Verbrennungsapparat an. Er bestand aus einer Trockenflasche mit concentrirter Schwefelsäure (34), einem im Verbrennungsofen stark erhitztem Verbrennungsrohr (35) mit Kupferoxydasbest, dem vorgelegten, gewogenen Chlorcalciumrohr (36) und dem Geissler'schen Kaliapparat (37).

Da der Druck des Gasometers den in dem Analysator befindlichen nicht überwinden konnte, wurde ein Gasometer (40) als Aspirator dem Apparat angehängt. Damit aber von diesem aus keine Feuchtigkeit in den Kaliapparat (37) gelangen möchte, war ein zur einen Hälfte mit Ätzkali, zur anderen mit Chlorcalcium gefülltes U-Rohr (38) und eine Waschflasche (39) eingeschaltet.

Mit diesem umfangreichen Apparat liessen sich in folgender Weise die von Bacterien producirten Gase bestimmen. Das Gasometer (5) wurde mit Stickstoff gefüllt, die Röhren 12 und 13 mit steriler Nährgelatine beschickt und nochmals sammt dem Filter (11) im Dampftopf sterilisirt. Natürlich waren während dieser Operation die Endröhrchen dieser Combination mit Watte verstopft. Ebenso wurde der sterilisirte Kolben (16) mit Nährgelatine, bestehend aus: Fleischwasser (500 *g* Fleisch mit 1000 *g* Wasser infundirt, filtrirt und zum Liter ergänzt) mit 1% Pepton, $^1/_2$% Traubenzucker und $^1/_2$% Kochsalz gefüllt und dann auch nochmals mit den fest daranhängenden sterilisirten Filtern (15 und 21) im Dampftopf erhitzt. Auch hier waren die Enden der Filter und die Öffnungen der Hähne an den Röhren 17 und 18 mit Watte verstopft. Die Hahnschlüssel wurden gesondert sterilisirt und dann mit sterilem Fett bestrichen. Die im Dampftopf sterilisirten Geräthe wurden heiss herausgenommen, weil sie sich sonst mit Condensationswasser füllten.

Nach dem Zusammenstellen des Apparates wurde aus dem Gasometer ein sehr langsamer Stickstoffgasstrom mindestens eine Woche lang ununterbrochen durch die Gelatine in 12, 13 und 16 geleitet. Wenn nach Verlauf dieser Zeit in keiner der Nährgelatinen Trübungen zu bemerken waren, welche auf Bacterienculturen schliessen liessen, so wurde der gesammte Apparat auf Gasdichtigkeit geprüft. Entsprach er allen Anforderungen, so wurde der Analysator, wie schon vorher mitgetheilt worden ist, mit den nöthigen Reagentien versehen und, während auch die Verbrennungsröhre glühte, so lange Stickstoff durch den Apparat geleitet, bis einerseits im Vorprober 27 das mit Natronlauge durch Umschwenken des Gefässes befeuchtete Manganchlorürpapier sich nicht mehr dunkel färbte, und anderseits die Chlorcalciumröhre (36) und der Kaliapparat (37) im Gewicht constant blieben.[1]

Die Impfung der Bacterien in die Nährgelatine vollzog sich, indem bei fortwährendem Austritt von Stickstoff aus dem Gasometer die Spitze der Impfröhre abgebrochen, mit einer kurz vorher ausgezogenen Capillaren ein wenig Reincultur eingeführt und gleich darauf die Impfröhre wieder zugeschmolzen wurde.

Hierauf konnte, um den Rest des Stickstoffs für später aufzusparen, der Hahn der Röhre 17 geschlossen und die Cultur, so wie sie war, eine Woche lang sich selbst überlassen werden. Nach Verlauf dieser Zeit wurde er wieder geöffnet und die entwickelten Gase strichen alsdann, vom Stickstoff getrieben, zwei Stunden lang durch den Analysator.

Es konnte jetzt schon erkannt werden, ob die Absorptionsröhren 26, 28 und 33 Gase aufgenommen hatten, denn in solchem Falle musste in 26 ein Niederschlag von Silber oder Antimonsilber zu sehen sein, in 28 und 33 aber eine Dunkelfärbung durch die Einwirkung von Sauerstoff und durch Auflösen von Stickoxyd im Eisenvitriol auftreten. Derartige Niederschläge und Dunkelfärbungen wurden bei den beiden untersuchten Bacterienarten nicht wahrgenommen; eine Gelbfärbung der Pyrogallussäure zeigte sich hingegen in beiden Fällen.

---

[1] Absolutes Weissbleiben des Papiers konnte nicht erreicht werden.

Nach dieser Beobachtung, welche das Vorhandensein von Phosphorwasserstoff, Arsenwasserstoff, Antimonwasserstoff, grösserer Mengen Sauerstoff und von Stickstoffoxyd ausschloss, wurde die Verbindung zwischen dem Absorptionsrohr 33 und der Waschflasche 34 unterbrochen, vor diese Flasche ein Reinigungsapparat mit Kaliumhydroxyd gelegt und so das Chlorcalciumrohr (36) und der Kaliapparat (37) mit Hilfe des Aspirators (40) voll Luft gefüllt. Die Gewichtszunahme dieser Apparate gab Aufschluss über die Quantität Kohlenstoff und Wasserstoff der nicht absorbirten organischen Verbindungen. Bei dem Bacillus capsulatus C wurden 0·1325 *g* Wasser entsprechend 0·0147 *g* Wasserstoff und 0·1652 *g* Kohlensäure entsprechend 0·0451 *g* Kohlenstoff gefunden. Bei dem Bacillus pneumoniae Friedländer wurden 0·0392 *g* Wasser entsprechend 0·0044 *g* Wasserstoff und 0·0180 *g* Kohlensäure entsprechend 0·0049 *g* Kohlenstoff beobachtet.

Apparat 33 war natürlich direct nach dem Loslösen von der Waschflasche mit einem Glasstab verschlossen worden Dies geschah überhaupt beim Auseinandernehmen des Analysators mit jeder einzelnen Absorptionsvorrichtung.

Der Inhalt der Röhre 22 wurde bei beiden Bacterienarten mit negativem Erfolg auf Ammoniak und Amine geprüft, da er nach dem Neutralisiren und Erhitzen mit Natronlauge weder einen ammoniak- noch einen aminähnlichen Geruch entwickelte und mit salpetriger Säure keinen Stickstoff erzeugte.

Die concentrirte Schwefelsäure der Röhre 23 gab beim Bacillus capsulatus C mit Jodkalium und Stärke, mit Eisenvitriol und mit Kaliumpermanganat keine Reactionen, auch wurden keine rothen Gase beim Verdünnen mit Wasser entwickelt. Dagegen trat beim Bacillus pneumoniae Friedländer deutliche, wenn auch nicht starke Violettfärbung mit Jodkalium und Stärkelösung auf. Ebenso wurden einige Tropfen verdünnter Permanganatlösung entfärbt, und Eisenvitriollösung erzeugte die bekannte violettbraune Zone. Die als Absorptionsmittel angewendete concentrirte Schwefelsäure gab diese Reactionen ursprünglich nicht. Da auch nach dem Kochen der Schwefelsäure die oben genannten Reactionen wahrnehmbar waren,

rührten dieselben von geringen Mengen salpetriger Säure her. Wegen der kleinen Quantität des absorbirten Gases war es unmöglich zu bestimmen, ob neben der salpetrigen Säure noch Stickstoffdioxyd vorhanden war.

Das Reagenz der Röhren 24 und 25 konnte Kohlensäure, Chlor, Salzsäure, Cyan, Blausäure, Schwefelwasserstoff und schweflige Säure absorbirt haben. Beide Bacterienarten verhielten sich gleich, indem sie von den genannten Gasen nur Kohlensäure entwickelt hatten. Der Nachweis dieses Gases geschah durch Ansäuern der Absorptionsflüssigkeit mit Schwefelsäure und Einleiten des mit deutlichem Aufbrausen sich entwickelnden Gases in Barytwasser. Der Bacillus capsulatus C scheint mehr Kohlensäure zu produciren als der Bacillus pneumoniae Friedländer. Chlor und Salzsäure konnten nicht nachgewiesen werden, da die salpetersaure Lösung mit Silbernitrat nicht reagirte. Cyan und Blausäure waren nicht in den absorbirten Gasen, denn beim Ansäuern der Kalilauge trat kein Geruch nach bitteren Mandeln auf, ebenso war die Berlinerblau-Reaction mit Eisenvitriol, Eisenchlorid und Salzsäure und die Rhodanreaction nach Zerstörung der Kalilauge mit Salzsäure, Ammoniakalischmachen und Kochen mit Schwefelammonium bei Zusatz von Eisenchlorid nicht zu bemerken. Schwefelwasserstoff war ebenfalls nicht absorbirt, da die Geruchsreaction des angesäuerten Röhreninhaltes, die Braunfärbung von Blei- und Silberpapier und die Nitroprussidnatriumreaction ausblieben. Auch schwefelige Säure liess sich nicht nachweisen, weil durch Ansäuern der Flüssigkeit mit Phosphorsäure und Zusatz eines Tropfens Permanganatlösung keine Entfärbung eintrat. Auch Jodstärkelösung blieb violett. Beim Kochen der durch Salpetersäure angesäuerten Lösung mit Bariumnitrat trat gleichfalls keine Reaction, d. h. Ausscheidung von Bariumsulfat, auf.

Die Röhren 30, 31 und 32 erwiesen sich bei der Untersuchung in beiden Fällen als frei von Kohlenoxyd, denn ihr verdünnter Inhalt gab beim Zusatz von Natriumpalladiumchlorür keine schwarze Ausscheidung von Palladium.

Fasst man diese Resultate zusammen, so ist das Ergebniss der vorstehenden Untersuchung folgendes: Der Bacillus capsu-

latus C entwickelt, abgesehen von der minimalen Menge Sauerstoff, welcher nur äusserst schwierig aus anderen Gasen zu entfernen ist, in einer Stickstoffatmosphäre in Nährgelatine gezüchtet nur Kohlensäure und einen Kohlenwasserstoff, bei dem auf 0·0451 *g* C 0·0147 *g* H kommen. Ihm gebührt also die Formel $C_{38}H_{147}$. Dies sind nahezu 38 mal CH_4 ($= C_{38}H_{152}$). Ich halte daher dieses Gas für Methan und werde in dieser Annahme durch die Thatsache unterstützt, dass Bacterien mit Vorliebe Methan entwickeln.

Der Bacillus pneumoniae Friedländer erzeugte unter den gleichen Bedingungen Kohlensäure, geringe Mengen salpetriger Säure und Gase, welche aus 0·0049 *g* C und 0·0044 *g* H bestanden. Nimmt man an, dass der Kohlenstoff und Wasserstoff ebenso wie beim Bacillus capsulatus C nur eine Verbindung bilden, so müsste diese die Formel haben: C_4H_{44} oder CH_{11}. Dies ist unmöglich, weil die Maximalvalenz des Kohlenstoff vier ist. Mithin muss dieses Gas ein Gemisch von Wasserstoff mit einem oder mehreren Kohlenwasserstoffen enthalten.

Das Auftreten der Kohlensäure und des Methans liessen darauf schliessen, dass der Bacillus capsulatus C den Traubenzucker der Nährgelatine direct spalte nach der Gleichung:

$$C_6H_{12}O_6 = 3CO_2 + 3CH_4.$$

Hiergegen spricht jedoch die sauere Reaction der acht Tage alten Cultur, welche erwiesenermassen von Essigsäure herrührt. Es scheint demnach trotz des Luftabschlusses aus dem Traubenzucker Alkohol und daraus Essigsäure entstanden zu sein, welche letztere dann in ähnlicher Weise wie bei der Elektrolyse der Fettsäuren durch das Bacterium nach der Gleichung:

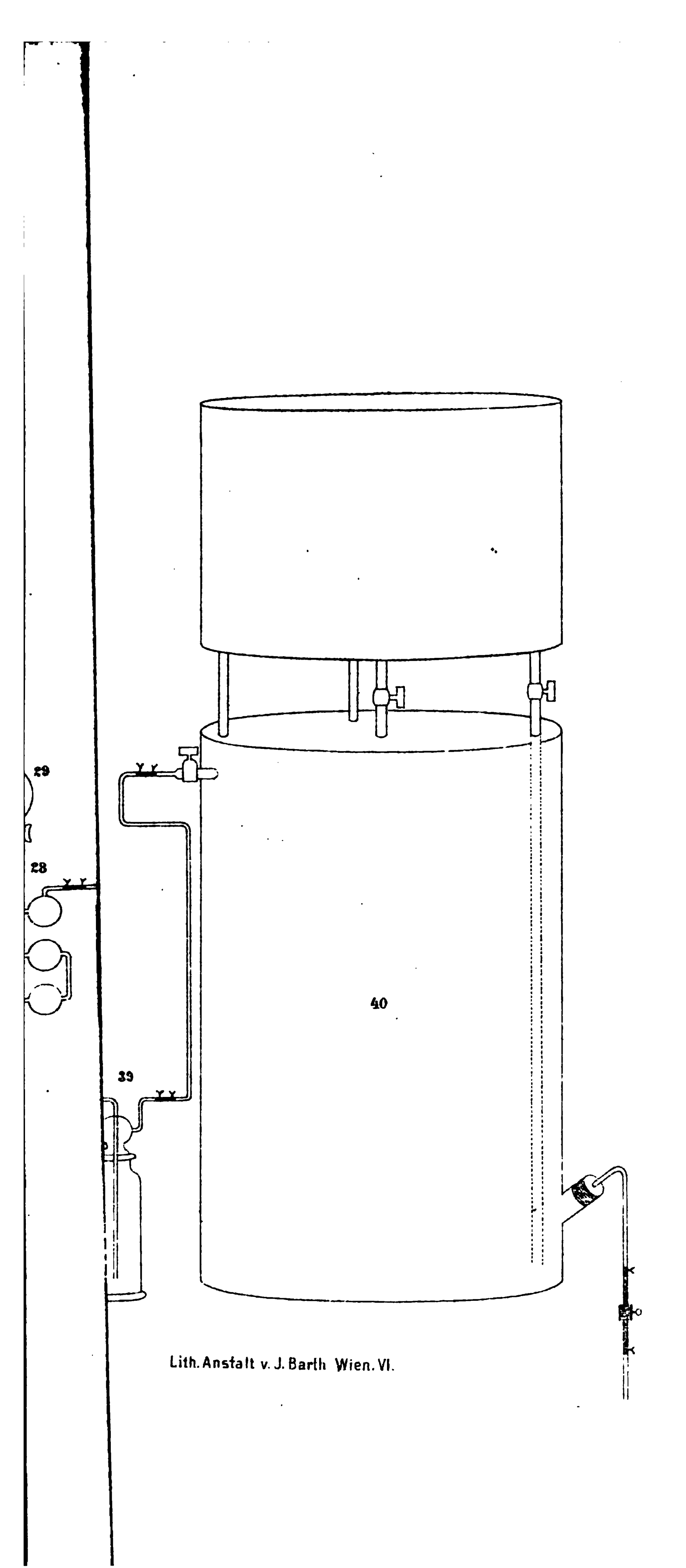
$$C_2H_4O_2 = CO_2 + CH_4$$

gespalten wurde.

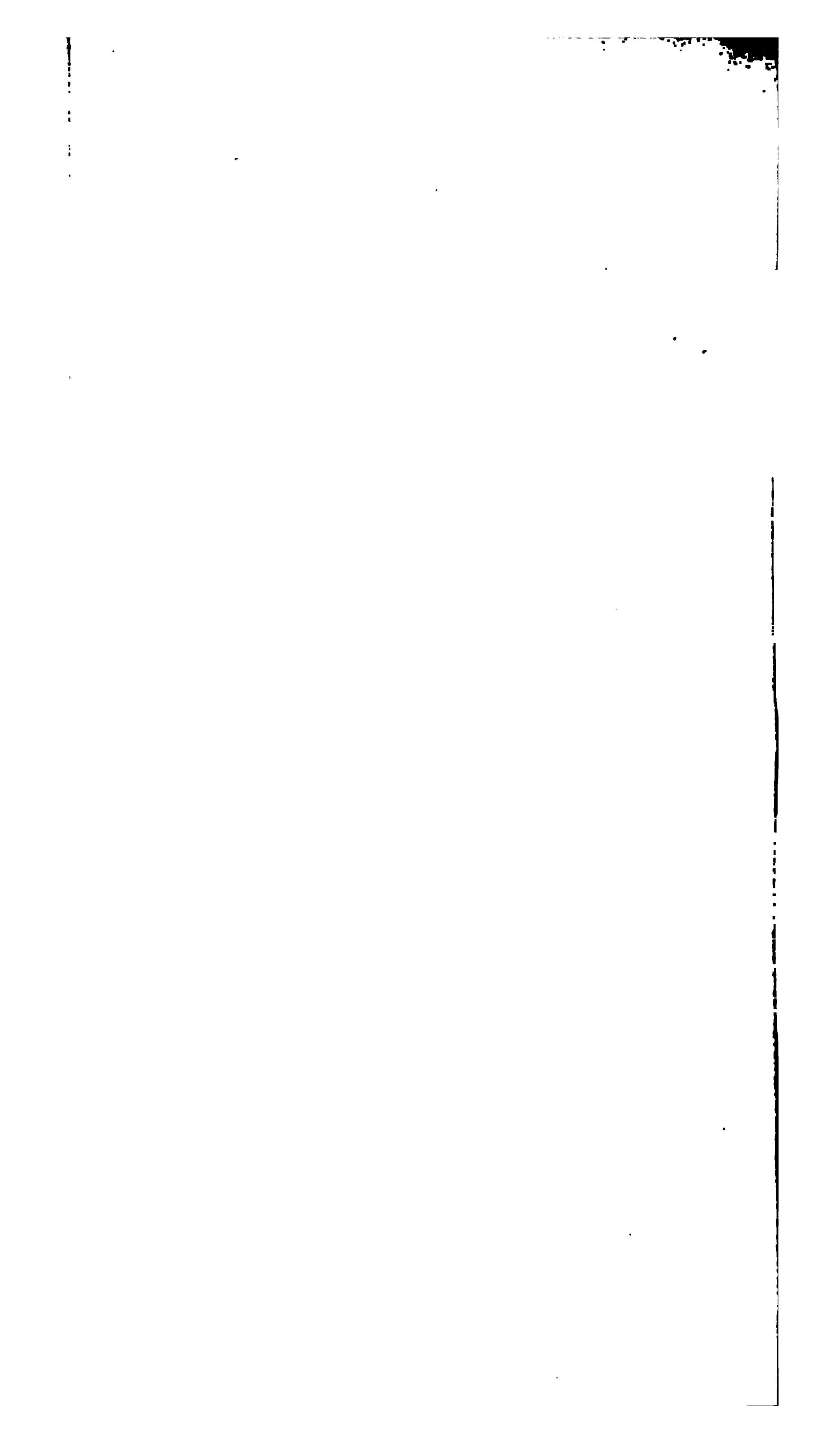
Die Essigsäure wurde in der Cultur nachgewiesen, nachdem dieselbe mit Calciumcarbonat neutralisirt und im Dampftopf sterilisirt worden war, durch die Kakodyl- und die Essigätherreaction und durch Ausscheiden der Essigsäure

mit concentrirter Schwefelsäure. Die Cultur des Baci
pneumoniae Friedländer gab diese Reactionen nicht.

Am Ende dieser Arbeit sei es mir gestattet, H
Prof. Dr. R. Klemensiewicz für die freundliche Un
stützung, welche er mir bei der Ausführung derselben
Theil werden liess, meinen verbindlichsten Dank aus
sprechen.



Lith. Anstalt v. J. Barth Wien. VI.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. IV. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

X. SITZUNG VOM 13. APRIL 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft IX—X (November und December 1892) des Bandes 101, Abtheilung I der Sitzungsberichte, womit nun der Druck dieses Bandes in allen drei Abtheilungen vollendet ist, ferner das erschienene Heft I—II (Jänner—Februar 1893) des Bandes 102, Abtheilung II. b. dieser Berichte vor.

Das Präsidium der böhmischen Kaiser Franz Joseph-Akademie der Wissenschaften, Literatur und Kunst in Prag dankt für die dieser Akademie im Wege des Schriftentausches von Seite der kaiserl. Akademie zukommenden periodischen Publicationen und selbständigen Werke.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn B. Doss aus Riga ausgeführte Arbeit unter dem Titel: »Bemerkungen zu den Theorien der Schallphänomene bei Meteoritenfällen«.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. C. Freiherr v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung: »Über fossile Pflanzenreste aus der Kreideformation Australiens«.

Herr P. C. Puschl, Stiftscapitular in Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung: »Über die Natur der Kometen«.

Herr Dr. Frid. Krasser in Wien, Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien, übersendet eine nachträgliche Mittheilung zu seiner im 100. Bande

der Sitzungsberichte publicirten Abhandlung: »Über die fossile Flora der rhätischen Schichten Persiens«.

Der Secretär legt eine von Prof. Adalbert Breuer an der k. k. Staatsoberrealschule des III. Bezirkes in Wien eingesendete Abhandlung vor, betitelt: »Die Gauss'sche Darstellung complexer Zahlen in geometrischer Beleuchtung«.

Ferner legt der Secretär ein von Herrn Charles J. Reed in Orange (New Jersey, U. S.) eingesendetes versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor, welches mit der Aufschrift »Orange« bezeichnet ist und angeblich eine chemische Entdeckung enthält.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung von Director Dr. J. M. Eder und Herrn E. Valenta in Wien: »Über das ultraviolette Linienspectrum des elementaren Bor«.

Ferner überreicht Herr Hofrath v. Lang zwei Mittheilungen von Prof. Dr. J. Puluj in Prag:

1. »Eine Methode zur Messung der Phasendifferenz von harmonischen Wechselströmen und deren Anwendung zur Bestimmung der Selbstinduction«.
2. »Über die Phasendifferenz zwischen der elektromotorischen Gesammtkraft und der Spannungsdifferenz an einer Verzweigungsstelle des Stromkreises bei Anwendung harmonischer Wechselströme«.

Schliesslich legt Herr Hofrath v. Lang eine im physikalischen Institute der k. k. Universität in Innsbruck ausgeführte Arbeit des Dr. G. Benischke vor, betitelt: »Experimentaluntersuchungen über Diëlektrica«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. »Studien über Cyan«, von Theodor Zettel.
2. »Über die Einwirkung von Schwefelsäure auf das Pinakon des Methyl-Äthylketons«, von Paul Herschmann.

3. »Löslichkeitsbestimmungen von buttersaurem Barium und Calcium«, von Aurel Deszáthy.

Herr Egon v. Oppolzer in Wien überreicht eine Abhandlung: »Über die Ursache der Sonnenflecken«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Le Prince Albert I[er], Prince souverain de Monaco, Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur Son Yacht »l'Hirondelle«. Fascicule III. Brachiopodes de l'Atlantiques Nord, par P. Fischer et D.-P. Oehlert. (Avec deux Planches.) Monaco, 1893; 4⁰.

XI. SITZUNG VOM 20. APRIL 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft III (März 1893) des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das c. M. Herr Hofrath Prof. A. Bauer in Wien übermittelt für die akademische Bibliothek ein Exemplar des von ihm herausgegebenen Werkes: »Die Adelsdocumente österreichischer Alchemisten und die Abbildungen einiger Medaillen alchemistischen Ursprunges«. Wien, 1893.

Ferner übersendet Herr Hofrath Bauer eine Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien von Prof. Dr. R. Benedikt und Dr. H. Strache: »Zur Analyse der ätherischen Öle«.

Herr Privatdocent Ing. August Rosiwal in Wien macht eine vorläufige Mittheilung über eine neue Methode der Härtebestimmung durch Schleifen, nach dem Principe von Professor F. Toula.

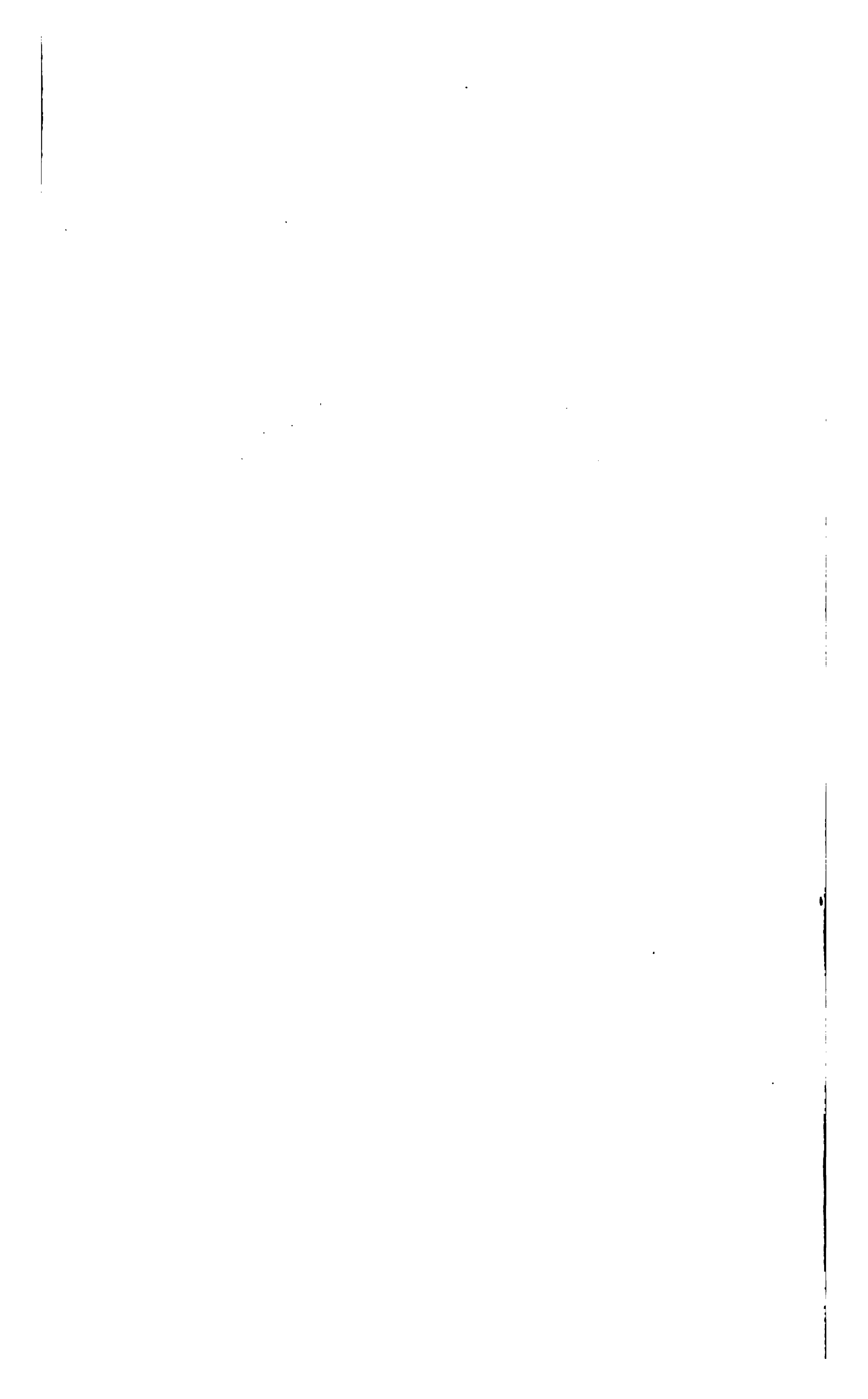
Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung von Herrn Victor Schumann in Leipzig: »Über die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen«.

Herr Prof. Franz Toula überreicht zwei Abhandlungen als die beiden ersten Nummern einer Reihe von Publicationen,

welche er herauszugeben vor hat, unter der Bezeichnung: »Geologische Mittheilungen aus den Balkanländern«.

Die erste dieser Abhandlungen hat Herrn Prof. Dr. A. v. Koenen in Göttingen zum Verfasser und führt den Titel: »Über die unteroligocäne Fauna der Mergel von Burgas«.

Die zweite Arbeit: »Der Jura im Balkan nördlich von Sofia« ist vom Herausgeber und behandelt eine grössere Anzahl von Sammlungsobjecten, welche demselben von Herrn G. N. Zlatarski in Sofia zur Bearbeitung zugegangen sind.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. V. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

XII. SITZUNG VOM 4. MAI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Die Nachricht von dem am 19. April l. J. erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes emerit. Prof. Dr. Heinrich Durège in Prag wurde in der Gesammtsitzung der kaiserl. Akademie vom 27. April l. J. zur Kenntniss genommen und das Beileid über diesen Verlust von der Versammlung zum Ausdrucke gebracht.

Se. k. und k. Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog Rainer setzt die kaiserl. Akademie in Kenntniss, dass Höchstderselbe die diesjährige feierliche Sitzung am 31. Mai als Curator der Akademie mit einer Ansprache zu eröffnen geruhen werde.

Der Secretär legt das erschienene Heft I und II (Jänner und Februar 1893) des 102. Bandes der Abtheilung III der Sitzungsberichte vor.

Der Naturhistorische Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Regierungsbezirkes Osnabrück ladet zur Theilnahme an der Feier seines fünfzigjährigen Bestehens ein, welche derselbe anlässlich der 50. Generalversammlung zu Bonn am 23. und 24. Mai d. J. begehen wird.

Das k. und k. Reichs-Kriegs-Ministerium (Marine-Section) übermittelt die eingelangten Berichte des k. u. k. Linienschiffs-Lieutenant Herrn August Gratzl über seine Mission nach Jan Mayen im Jahre 1892, sowie über die von demselben während dieser Mission ausgeführten physikalischen Beobachtungen.

Das c. M. Prof. E. Ludwig übersendet folgende zwei Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Graz:

1. »Zur Kenntniss des Zinns und seines Oxyds« von F. Emich.
2. »Zur Chemie des Mangans« von O. Prelinger.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. F. Mertens in Graz übersendet eine Abhandlung: »Über die Bestimmung eines Fundamentalsystems für einen gegebenen Gattungsbereich algebraischer Functionen einer Veränderlichen«.

Herr Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Linz, übersendet eine vorläufige Mittheilung über »Neue Gallmilben« (7. Fortsetzung).

Herr Emanuel Puchberger, quiesc. k. k. Bezirkshauptmann in Wien, übermittelt ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: »Versuch der Aufstellung einer Formel für die allgemeine Integration der Differentialgleichungen«.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: »Versuche mit Wechselströmen«.

Herr Hofrath v. Lang übergibt ferner eine Arbeit des Dr. Gustav Jäger in Wien, betitelt: »Die Theorie der Wärmeleitung der Flüssigkeiten«.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung: »Über die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus drei Beobachtungen«.

Das c. M. Herr Custos Dr. Emil v. Marenzeller in Wien überreicht eine Mittheilung: »Über die Identität des ‚Cottonspinner' (*Holothuria nigra*) der Engländer mit *Holothuria forskalii* Chiaje und das Vorkommen von *Cucumaria koellikeri* Semp. im Atlantischen Ocean«.

XIII. SITZUNG VOM 12. MAI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft I und II (Jänner und Februar 1893) des 102. Bandes der Abtheilung II. a. der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. H. Weidel übersendet folgende zwei von Herrn Dr. R. Wegscheider ausgeführte Arbeiten:

1. »Über Opiansäureäthylester.«
2. »Bemerkungen zur quantitativen Bestimmung des Kupfers als Sulfür.«

Herr Norbert Lorenz, k. k. Ministerial-Secretär im Ackerbauministerium, übermittelt ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität, unter der Aufschrift: »Neue Multiplications-Methode, deren Werth auf die Verwendung beim Kopfrechnen beschränkt ist, bei diesem aber ausserordentlich grosse Vortheile gewährt, in der Voraussetzung, dass die Quadrate der zweizifferigen Zahlen gut memorirt sind.«

Das w. M. Herr Hofrath, Prof. C. Claus überreicht: »Weitere Mittheilungen über die Antennengliederung und über die Gattungen der Cyclopiden.«

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer aus Innsbruck überreicht eine Abhandlung, betitelt: »Einige mathematische Theoreme.«

Herr Dr. Alfred Burgerstein überreicht eine Arbeit, betitelt: »Vergleichend anatomische Untersuchungen des Fichten- und Lärchenholzes.«

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Macfarlane, A., The Fundamental Theorems of Analysis generalized for Space. Austin, Texas, U. S. 1892; 8°.

Monet, E., Principes fondamentaux de la Photogrammétrie nouvelles solutions du Problème d'Altimétrie au moyen des Règles Hypsométriques. Paris, 1893; 8°.

Velenovský, J., Flora Bulgarica. Descriptio et enumeratio systematica Plantarum vascularium in principatu Bulgariae sponte nascentium. (Subventione summi C. R. Ministerii Cultus et Studiorum nec non Academiae Scientiarum, Artium et Literarum Imp. Francisci Josephi. Pragae, 1891; 8°.

XIV. SITZUNG VOM 18. MAI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Die Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn ladet die kaiserl. Akademie zur Theilnahme an der Feier ihres fünfundsiebzigjährigen Bestehens am 2. Juli d. J. ein.

Das c. M. Herr Hofrath Prof. A. Bauer übersendet eine Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien, betitelt: »Zur Kenntniss der Xanthorrhoeaharze« von Dr. Max Bamberger.

Der Secretär legt eine von Herrn Carl Eberl, k. k. Post-Official in Marburg, eingesendete Abhandlung vor, betitelt: »Theorie der solaren Revolutionen«.

Das w. M. Herr k. u. k. Hofrath Director F. Steindachner überreicht eine ichthyologische Abhandlung unter dem Titel: »Ichthyologische Beiträge« (XVI).

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine von Herrn Johann Zuchristian im physikalischen Institute der k. k. Universität in Innsbruck ausgeführte Arbeit: »Über den Einfluss der Temperatur auf die Potentialdifferenzen des Wechselstrom-Lichtbogens«.

Das w. M. Herr Prof. Dr. Ad. Lieben überreicht eine von Herrn Prof. Dr. Guido Goldschmiedt übersendete Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag: »Über die Einwirkung von Natrium auf Ortho-Dibrombenzol« von Wilhelm Hosaeus.

Das w. M. Herr Hofrath Professor J. Wiesner überreicht eine Abhandlung: »Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete.« I. Orientirende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprocess der Pflanzen.«

Herr Prof. Dr. Jos. Finger macht eine vorläufige Mittheilung über die Ergebnisse seiner theoretischen Untersuchungen über die Beziehung zwischen den Spannungen und den Deformationselementen bei einem elastisch isotropen Körper.

Herr Prof. Dr. Ed. Lippmann in Wien überreicht eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn F. Fleissner ausgeführte Arbeit: »Über das Pseudocinchonin«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Vol. I, No. 1, 1892. Upsala, 1893; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. VI. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

XV. SITZUNG VOM 8. JUNI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Über das am 23. Mai l. J. erfolgte Hinscheiden

Seiner Excellenz

des Curator-Stellvertreters der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Herrn

DR. ANTON RITTER VON SCHMERLING

wurde der tiefen Trauer der kaiserlichen Akademie in ihrer ausserordentlichen Gesammtsitzung vom 30. Mai, sowie in der feierlichen Jahressitzung vom 31. Mai Ausdruck gegeben.

Der Secretär legt das erschienene Heft IV (April 1893) des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das Secretariat der Smithsonian Institution in Washington übermittelt ein Circular, betreffend die Hodgkins Preisstiftung und die von dieser Stiftung ausgeschriebenen Preise zur Erlangung und Verbreitung genauerer Kenntniss über die Natur der atmosphärischen Luft im Zusammenhange mit dem Wohle der Menschheit.

Das Curatorium der Schwestern Fröhlich-Stiftung in Wien übermittelt die diesjährige Kundmachung über die Verleihung von Stipendien und Pensionen aus dieser Stiftung zur Unterstützung bedürftiger und hervorragender schaffender Talente auf dem Gebiete der Kunst, Literatur und Wissenschaft.

Herr Prof. Dr. M. Holl in Graz übersendet eine Abhandlung: »Über die Reifung der Eizelle bei den Säugethieren«.

Herr Dr. Martin Kříž, k. k. Notar in Steinitz (Mähren), übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »Die Fauna der bei Kiritein in Mähren gelegenen Výpustek-Höhle, mit osteologischen Bemerkungen«.

Das w. M. Herr Hofrath Director F. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Herrn Friedrich Siebenrock, Assistenten am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien, betitelt: »Zur Osteologie des *Hatteria*-Kopfes.«

Das w. M. Hofrath Director J. Hann überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: »Der tägliche Gang der Temperatur auf dem Obirgipfel (2140 *m*) und einige Folgerungen aus demselben«.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. J. Wiesner überreicht eine Arbeit von Prof. Dr. Hans Molisch in Graz, betitelt: »Das Vorkommen und der Nachweis des Indicans in der Pflanze, nebst Beobachtungen über ein neues Chromogen«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Actes de la Société Scientifique du Chile, fondée par un groupe de Français. Deuxième année. Tome II (1892), 3ème Livraison. Santiago, 1893; 8°.

Gruson, H., Im Reiche des Lichtes. Sonnen, Zodiakallichte, Kometen. Dämmerungslicht-Pyramiden nach ältesten ägyptischen Quellen. (Mit 9 Tafeln und 26 Textfiguren.) Braunschweig, 1893; 8°.

Lutschaunig, V., Die Definitionen und Fundamentalsätze der Theorie des Gleichgewichtes schwingender Körper. Triest, 1893; 8°.

Über die Reifung der Eizelle bei den Säugethieren

von

Prof. Dr. **M. Holl** in Graz.

(Mit 3 Tafeln.)

Die Eizelle eines Säugethieres muss, damit sie befruchtungsfähig werde, innerhalb des Eierstockes eine Reihe von Veränderungen durchmachen, welche Entwicklungsvorgänge als sogenannte Reifungserscheinungen hingestellt werden. Mit den Entwicklungsvorgängen an der Eizelle treten auch Veränderungen an dem sie bergenden Follikel auf, durch welche es dahin kommt, dass der Follikel zum Platzen gelangt und so der Austritt der Eizelle ermöglicht wird. Die Veränderungen nun, welche Eizelle und Follikel während des Reifungsvorganges zeigen, wurden einer Untersuchung unterzogen, und es soll gleich im Vorhinein erwähnt werden, dass manche sich während der Untersuchung aufdrängende Fragen, trotz eingehender und aufmerksamer Prüfung, wegen Schwierigkeit der vorliegenden Verhältnisse keine befriedigende Beantwortung erfahren konnten.

Die in der Literatur vorfindlichen Angaben, welche in Betracht zu ziehen sind, beschäftigen sich vorzugsweise mit der Erörterung der Veränderungen, welche der Follikel während der Reifung erleidet, und nur wenige Angaben behandeln die an der Eizelle selbst auftretenden Erscheinungen. Es sei gestattet, von einem näheren Eingehen in die so umfangreiche Literatur Umgang zu nehmen, denn sollte dieselbe erschöpfend behandelt werden, so müsste die vorliegende Abhandlung zu einem gar gewaltigen Umfange anschwellen; überdies findet sich in den

meisten Arbeiten über den Eierstock die Literatur mehr weniger zusammengestellt. Von den Literaturangaben soll daher nur, und zwar an Ort und Stelle, das Allernothwendigste angeführt werden.

Zur Untersuchung dienten vorzugsweise Eierstöcke der weissen und grauen Maus, auf welche sich die niedergelegten Befunde in erster Linie stützen; die Eierstöcke entstammten entweder ganz jungen oder ausgewachsenen, theils trächtigen Thieren, oder von solchen, welche eben geworfen hatten. In die Untersuchung einbezogen wurden Eierstöcke des Meerschweinchens, des Kaninchens, der Katze, des Rindes und des Menschen. Über 40 Eierstöcke weisser und grauer Mäuse wurden in Serienschnitte zerlegt, denn Serienschnitte sind für die Erforschung der Verhältnisse unerlässlich. Die Zahl der Schnitte durch ein Ovarium betrug beiläufig 120—170; sie wechselte mit der Grösse des Organes; im Ganzen kamen circa 6000 Schnitte von Mäuseovarien zur Untersuchung. Eine Eizelle wurde in den Schnitten bis zehnmal und darüber (selbstverständlich wechselt die Zahl mit der Grösse der Eizelle) getroffen, und es ist einleuchtend, dass man ein Gesammtbild über die Zelle und des sie bergenden Follikels nur dann erhalten kann, wenn Serienschnitte vorliegen. Fast immer wurde senkrecht auf die Längsrichtung des Eierstockes behufs leichterer Orientirung geschnitten. Schneidet man parallel der Längsaxe, so ist das Verfolgen einer bestimmten Eizelle in den Serienschnitten, wegen der grösseren Zahl von Eizellen, die getroffen werden, etwas mühselig und kann sich auch schwieriger gestalten, weil, wenn im Schnitte mehrere gleiche Entwicklungszustände vorliegen, in den nächsten Schnitten eine Verwechselung der Eizellen stattfinden kann. Bei Querschnitten geht die Verfolgung einer Eizelle sicherer und ziemlich mühelos von statten. Nothwendig für die Untersuchung ist auch der ausgedehnteste Gebrauch der Immersionssysteme. Mit Trockensystemen kommt man fast gar nicht zum Ziele. Als Fixirungsflüssigkeiten für die lebenswarmen Organe dienten: Flemming's Gemisch, Hermann's Gemisch (stärkeres und schwächeres), $^1/_3$ Platinchlorid und concentrirte wässerige Sublimatlösung mit Eisessig versetzt, welche letztere ausgezeichnete Dienste leistet. Härtung:

langsam in Alkohol. Färbung: Cochenillealaun, Boraxcarmin, Saffranin; einzelne Ovarien wurden auch nach Angabe Hermann's behandelt. Nach der Härtung Toluolbehandlung und Paraffineinbettung. Im Toluol und Paraffin dürfen die Ovarien nur sehr kurze Zeit verweilen, andernfalls schrumpfen sie. Die Erfahrung lehrte auch, dass z. B. die so kleinen Mäuseovarien nach einigen Minuten Verweilens im Toluol und 5—10 Minuten dauerndem Aufenthalte im Paraffinbade von den betreffenden Mitteln vollkommen durchtränkt waren.

A. Eizellen jüngsten Zustandes.

Wie schon Waldeyer,[1] van Beneden,[2] Paladino[3] u. A. gesehen haben, findet man die Ureier zwischen und unter den Zellen des Oberflächenepithels des Eierstockes; sie vermehren sich durch indirecte Theilung, worüber in ausführlicher Weise uns Paladino in Kenntniss gesetzt hat. Das Epithel des Eierstockes ist bei allen untersuchten Thieren einschichtig und besteht bei der Maus aus durchschnittlich 6 μ hohen, 4 μ breiten Zellen, welche einen deutlichen cylindrischen Kern besitzen, der nur um weniges niedriger und schmäler als der Zellleib ist; der Kern liegt immer im basalen Antheile der Zelle, in der Weise, dass unterer Rand des Zellleibes und unterer Rand des Kernes fast in eine Linie fallen. Während der Zellleib schwerer wahrnehmbar, ist der Kern, wegen der lebhaften Färbung der Kernmembran und seiner chromatischen Substanz sehr deutlich zu sehen. Der Zellleib erscheint als eine sehr feine, weiche, anscheinend homogene Masse. Die chromatische Substanz des Kernes besteht aus einem Netze dickerer und feinerer Fäden, über deren näheres Verhalten aber nichts Sicheres ausgesagt werden kann. Ein Kernkörperchen von beiläufig 1 μ im Durchmesser und mehrere kleinere und grössere Brocken chromatischer Substanz liegen meist innig der Kernwand an. Die grösseren chromatischen Massen des Kernes (Nucleolen,

---

[1] Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

[2] Contribution à la connaissance de l'ovaire des mammifères. Archives de Biologie, tom. I, 1880.

[3] Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico nei mammiferi. Napoli 1887.

Brocken) verhalten sich nach der Form, Grösse und Lage bei verschiedenen Zellen verschieden. Auf diese Befunde des Kerninhaltes der Zellen des Keimepithels machte schon Loewenthal[1] aufmerksam.

Gewöhnlich wird unter dem Epithel von den meisten Autoren die Gegenwart einer Tunica albuginea angegeben. Auch Paladino (l. c. S. 64) erwähnt einer solchen, sagt aber, dass der Schichte unter dem Epithel der Name einer Tunica albuginea nicht gehöre, insoferne man unter derselben eine resistente Membran mehrerer Lagen Bindegewebes versteht. Ich muss Paladino beistimmen. Von einer Tunica albuginea des Eierstockes kann keine Rede sein; wenigstens sah ich niemals etwas, was auf das Vorhandensein einer solchen Membran hindeuten könnte. Nagel[2] erwähnt auch, dass es bei der Entwicklung des Eierstockes zur Bildung einer Albuginea, wie Janosik angibt, nicht kommt; »die oberste Schichte des Keimepithelwulstes bleibt bis zur Bildung der Primärfollikel in ständiger Verbindung mit den tieferen Zellschichten«. Unter dem Epithel liegt gleich das Stroma ovarii, welches aber durch die eingelagerten Ureier und Primärfollikel ganz zerklüftet ist. An manchen Schnitten hat es den Anschein, als ziehe sich unter dem Epithel ein vielfach unterbrochener heller Streifen hin, der aber nimmer als eine Tunica albuginea angesprochen werden kann.

Zwischen den cylindrischen Zellen des Oberflächenepithels liegen vereinzelt, aber auch oft 5—6 nebeneinander die 5—7 μ grossen Ureizellen; dieselben sind meist annähernd rund. Sie unterscheiden sich bedeutend von den cylindrischen Zellen des Epithels und sind mit diesen nicht zu verwechseln. Die Ureizellen werden auch in Haufen (Nestern) zu 7—10 angetroffen und kommen dadurch schon unterhalb der Epithelgrenze, in den Bereich des Stroma ovarii, zwischen die Zellen desselben zu liegen. Der Protoplasmaleib ist nackt und besteht aus einer äusserst feinen, die Andeutung einer Faserung tragenden Masse,

---

[1] Zur Kenntniss des Keimfleckes im Urei einiger Säuger. Anatomischer Anzeiger, Jena 1888, S. 369.

[2] Über die Entwicklung des Urogenitalsystems des Menschen. Archiv für mikr. Anat., 34. Bd., S. 331.

die das Färbemittel kaum annimmt. Wo mehrere Eizellen nebeneinander liegen, so bei den Nestern, ist die Grenze zwischen den einzelnen Eizellen sehr schwer aufzufinden. Der Kern, 4—6 μ gross, ist rund oder wenigstens annähernd rund; die Kernmembran sehr deutlich, die chromatische Substanz anscheinend netzartig mit eingesprengten grösseren und kleineren chromatischen Brocken, die innerhalb des Netzes vorfindlich oder auch der Kernwand aufsitzen; von der ersteren sind ein oder zwei grössere, chromatische Massen, die immer excentrisch lagern, wohl als Kernkörperchen zu deuten.

Bevor die Ureizellen von einem Follikel umschlossen werden, wachsen sie zu einer bestimmten Grösse heran. Loewenthal[1] spricht von »jüngsten Ureiern« und gewissen Entwicklungs- oder Wachsthumsstufen derselben. Paladino[2] erwähnt, dass die Ureizellen zwischen den Epithelzellen eine durchschnittliche Grösse von 3—4 μ besitzen, und verglichen mit den Primordialeiern in den darunter liegenden Eiröhren und mit jenen in Primordialfollikeln ist ein Unterschied in den Dimensionen deutlich, da sie stufenweise bis 7, 8, 12 μ heranwachsen. Er bemerkt hiezu: »Eccezionalmente le uova primordiali lungo l'epithelio germinativo pigliano dimensioni maggiori delle ordinarie e raggiungono quelle che hanno lungo in tubi ovarici ecc., ma forse non e azzardato il dire che in tale stato sono più da considerarsi come uova in ritardo, che non s'infossano più, anzicchè come esempio che permette di'estendere alle uova primordiali dell'epithelio germinativo le stesse dimensioni delle uova primordiali dell'epithelio germinativo le stesse dimensioni delle uova dei follicoli primordiali«.

Die ausgewachsenen Ureizellen (Taf. I, Fig. 1) liegen immer unter dem Epithel, sind durchschnittlich 12 μ gross und besitzen einen 8 μ grossen Kern; sie entbehren einer Zellmembran, sind also noch immer nackte Zellen. Der annähernd runde Protoplasmaleib, welcher sich besser als in Zellen jüngsten Stadiums färbt, lässt eine Differenzirung in eine innere und äussere Zone nicht erkennen. Es ist überhaupt sehr schwer, die Structur des-

[1] L. c. S. 366.
[2] L. c. S. 63 und 64.

selben sicher zu ermitteln. Bei der Maus kommt es in den späteren Entwicklungszuständen der Eizelle nur zu einer spärlichen Ablagerung von deutoplasmatischen Elementen, und daher ist es erklärlich, wenn von diesen Gebilden in den Ureizellen nichts wahrzunehmen ist. Loewenthal[1] hat geschwärzte Kugeln in Ureiern angetroffen: »Ich habe dies in den mehr in der Tiefe gelegenen Eischläuchen, an dem Eierstock einige Tage alter Hunde und Katzen und vom Schafembryo wiederholt bestätigt gefunden.« Derselbe Autor[2] hat ferner in den Zellleibern der Ureier sogenannte »chromatophile Körner« gesehen, deren Deutung bis nun noch nicht ermittelt ist; ich habe dieselben Körner bei der Maus auch in den Eizellen, die sich im Stadium der Richtungskörperbildung befinden, gesehen.

Der 8 μ grosse Kern kann central gelagert sein, meist aber liegt er excentrisch. Die Kernmembran ist dick, sehr deutlich und dunkel gefärbt. Die chromatische Substanz besteht aus einem Fadenwerke und Ansammlungen von kleineren und grösseren chromatischen Massen. Das Fadenwerk scheint eine netzartige Anordnung zu besitzen. An den Kreuzungsstellen der Fäden finden sich die kleineren chromatischen Ansammlungen, also anscheinend regellos durch den Kern zerstreut, welche Ansammlungen entweder als Netzknoten oder vielleicht auch nur als die Umbeugungstellen oder Übereinanderlagerung der Fäden zu deuten sind; jedenfalls unterscheiden sie sich von den grösseren chromatischen Massen, welche im Kerne auftreten und als Kernkörperchen anzusprechen sind. Die Fäden haben verschiedene Dicke, besitzen ein rauhes Aussehen, und es macht oft den Eindruck, als wären sie aus aneinandergereihten chromatischen Kugeln aufgebaut. Im Vergleiche mit Ureizellen jüngeren Stadiums geht hervor, dass die Anordnung der chromatischen Fäden eine ausgesprochenere und deutlichere ist und dass dieselben eine Massenzunahme erfahren haben.

Die grösseren chromatischen Ansammlungen finden sich entweder in der Ein- oder Zweizahl vor und stellen die Kernkörperchen dar. Sind zwei Kernkörperchen vorhanden, so ist

[1] Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, VI. Bd., S. 100.

[2] Ibidem S. 97.

fast stets das eine kleiner als das andere, und beide zusammengenommen haben dann fast die gleiche Grösse wie in jenen Fällen, allwann nur ein Kernkörperchen vorfindlich ist. Das wechselnde Vorhandensein von einem einzigen grossen Kernkörperchen oder zweien, einem grösseren und einem kleineren, ist sehr auffallend; ich glaube nicht, dass diese Verhältnisse ganz bedeutungslos sind, sondern es gibt eher zu der Meinung Veranlassung, dass gesetzmässige Zustände zu Grunde liegen; welcher Art aber diese seien, vermag nicht angegeben zu werden.

Die Lage des Kernkörperchens (oder deren zwei) ist fast immer eine excentrische; es sind die selteneren Fälle, wo dasselbe annähernd central liegt; sind zwei vorhanden, so liegen sie ziemlich nahe nebeneinander.

Die Form anlangend, so ist das Kernkörperchen rund, oft buchtig, oft aber auch vielgestaltig. Loewenthal[1] hat in zwei sehr genauen Arbeiten die Verhältnisse am Zellleib und Zellkern der Ureier eingehend erörtert, und ich bin in der Lage, fast alle seine Auseinandersetzungen bestätigen zu können. Es sei gestattet, auf diese zwei wichtigen Arbeiten Loewenthal's zu verweisen.

Die Grösse des Kernkörperchens beträgt bei ausgewachsenen Ureizellen 2 μ; es ist im Vergleich mit Zellen jüngeren Stadiums gewachsen.

Der Bau des Kernkörperchens ist äusserst schwierig zu ermitteln, und es verhalten sich, wenn zwei vorhanden sind, beide in gleicher Weise. Das Kernkörperchen ist tief gefärbt, und die Färbung scheint eine von der übrigen chromatischen Substanz des Kernes abweichende zu sein. Die Masse, aus der das Kernkörperchen besteht, ist gewiss nicht homogen, hellere und dunklere Stellen finden sich vor; aber Weiteres kann in diesem Entwicklungszustande der Eizelle mit Sicherheit nicht wahrgenommen werden, und ich glaube die Angaben Loewenthal's beziehen sich auf, wenn auch ganz wenig, ältere Stadien; die Grenzen zwischen den einzelnen Stadien sind ja, weil sie eigentlich künstliche sind, schwer zu bestimmen.

---

[1] L. c. Anatom. Anzeiger und Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.

Als wesentlich, glaube ich, verdient hervorgehoben zu werden, dass das Kernkörperchen niemals frei im Kerne liegt, sondern dass eine innige Verbindung mit den chromatischen Fäden vorhanden ist, welche vom Kernkörperchen gleichsam auslaufen.

Fasst man das über die Ureizelle Gesagte zusammen, so ergibt sich: Die jüngsten Ureizellen werden zwischen, die ausgewachsenen Ureizellen unter den Zellen des Oberflächenepithels des Eierstockes angetroffen. Die Ureizellen wachsen von 5—7 μ auf circa 12 μ heran; der Kern von 4—6 μ auf 8 μ. Das Kernkörperchen der ausgewachsenen Ureizelle misst 2 μ. Während des Wachsthumes, an welchem alle Theile der Zelle Antheil nehmen, tritt eine deutlichere Anordnung der chromatischen Elemente des Kernes, welche eine bedeutende Massenzunahme erfahren haben, auf.

Nachdem die Ureizelle eine bestimmte Grösse erreicht hat, beginnt die Bildung der Tunica adventitia und des Follikels.

B. Bildung der Tunica adventitia und des Follikels.

Die Eizelle, ausserhalb eines Follikels, ist von keiner Membran umgeben. Sie stellt eine nackte Zelle dar, die in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des Eierstockes entweder neben anderen Eizellen oder im Stroma ovarii liegt.

In welcher Weise die Bildung der Tunica adventitia vor sich geht, konnte trotz aufmerksamer Untersuchung nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Beim Hühnchen habe ich[1] deutlich gefunden, wie die Tunica adventitia im Stroma ovarii gebildet wird und dass diese Membran die erste Umhüllung der Eizelle darstellt, so dass die Eizelle nicht mehr nackt ist, wenn sie von dem sich bildenden Follikel umschlossen wird. Derselbe Vorgang, der bei der Bildung der Tunica adventitia der Hühnereizelle statt hat, scheint, doch kann dies nicht mit Bestimmtheit ausgesagt werden, auch bei der Säugethiereizelle zu walten. Foulis[2] gibt auf Taf. XX, XXI und XXII Abbildungen über die

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. XCIX, Abth. III, 1890.

[2] The developpment of the ova and the structure of the ovary in man and other mammalia; with speciel reference to the origin and developpment of

Bildung der »nucleated capsule« im Eierstock des Kätzchens. Während beim Kätzchen, Kaninchen und Meerschweinchen die Tunica adventitia sehr bald gut sichtbar ist, erfordert ihre Auffindung bei den Mäuseeiern wegen ihrer besonderen Feinheit grosse Aufmerksamkeit. Die Angabe Nagel's,[1] dass die Zona erst angelegt wird, wenn das Ei diejenige Grösse erreicht hat, welche es überhaupt erreicht, und dass vom Zeitpunkte der Anlage der Zona der Vitellus sich nicht mehr vergrössert, ist nach meinen Untersuchungen auch bei den menschlichen Eiern nicht zu bestätigen. Beim Menschen, Meerschweinchen, Kätzchen, Kaninchen wird die Zona als eine feinste Membran angelegt, und mit der weiteren Entwicklung der Eizelle erfährt sie eine beträchtliche Verdickung bis 7 μ und darüber und ist erst in den späteren Stadien als eine eigentliche Zona pellucida erkenntlich, während sie anfangs nur den Charakter einer feinsten Grenzmembran aufweist.

Die Bildung des Follikels erfolgt gleichfalls von den Zellen des Stroma ovarii, und es herrscht der ganz gleiche Vorgang, wie ich[2] ihn bei der Eizelle des Huhns beschrieben habe und wie ihn Schroen[3] bei der ausgewachsenen Katze und dem geschlechtsreifen Kaninchen darstellt. Schroen gibt an: »Die erste Veränderung, welche man sieht, ist die, dass einzelne längliche Kerne, welche von den Kernen, wie sie allerwärts dem Bindegewebe angehören, gar nicht zu unterscheiden sind, sich an die Cortialzelle, jetzt Eizelle, anlegen. Diese Kerne bilden im Anfange keinen geschlossenen Kranz um die Eizelle, sondern liegen in unbestimmten Zwischenräumen der Eizelle, theils ganz nahe, theils etwas ferner, so dass es den Eindruck macht, als ob durch das Wachsthum der Eizelle einzelne Bindegewebsfasern zurückgedrängt wurden, während die Kerne des Bindegewebes an Ort und Stelle liegen bleiben und dadurch der Eizelle näher kommen. Je mehr die Eizelle durch ihr inneres Wachsthum an Umfang zunimmt, desto geschlossener wird der

---

the follicular epithelial cells. Journal of Anatomy and Physiologie, vol. XIII. London und Cambridge, 1879, S. 353.

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie, XXXI. Bd., S. 385.

[2] L. c.

[3] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XII. Bd., S. 417.

Cyklus von Kernen, der sie umgibt, bis derselbe einen vollkommenen Abschluss gegen die Umgebung erzeugt. Dies ist der Zeitpunkt, in welchem das erste Gefäss um die Eizelle herum wächst. Gleichzeitig beginnen die Kerne der Membrana germinativa sich in kleine Zellen umzugestalten.« Wie schon hervorgehoben, habe ich ganz das Gleiche gefunden. Die Stromazellen, welche der Eizelle benachbart sind, beginnen sich um dieselbe herumzulegen; anfangs liegen einige ganz unregelmässig, aber immer mehr geschieht es, dass sie sich um die Eizelle derart lagern, dass die Bildung eines Zellkranzes eingeleitet wird, der allmälig geschlossen wird. Die Stromazellen sind anfangs von unregelmässiger Form, meist langgezogen, elliptisch, beiläufig 5 μ lang und 2 μ breit und gehen bald, wenn es zum Schliessen des Kranzes kommt, in regelmässige (cubische) Formen über, die 7 μ lang und 5 μ breit sind, mit einem 6 μ hohen, 4 μ breiten Kerne und 2 μ grossen Kernkörperchen; die kurze Axe der Zelle liegt im verlängerten Eiradius. Gleichzeitig, während der Bildung des Follikelepithels, lagern sich um dasselbe Fasern mit platten Spindelkernen zur Herstellung der Membrana propria und um diese eine Reihe von Stromazellen, die sich immer mehr in die Länge ziehen (8 μ lang, 2 μ breit), mit ihren fadenförmigen Ausläufern zusammenfliessen, um die Theca folliculi herzustellen.

Durch diese Vorgänge kommt also die Ureizelle in den Primordialfollikel zu liegen, welcher aus einem doppelten Kranze von modificirten Stromazellen hergestellt wurde, einem inneren, dem einschichtigen 5 μ hohen »Follikelepithel« (Membrana granulosa) und einem äusseren, der niederen (2 μ) einschichtigen Theca folliculi.

His[1] lässt den Primordialfollikel beim Kätzchen aus Kornzellen hervorgehen; er erwähnt S. 167: »Die Bildung der Kornzellen mitten im übrigen Stroma lässt keiner anderen Annahme Raum, als dass sie aus den spindelförmigen Zellen des letzteren hervorgehen«. Ich glaube, dass der Angabe His's nur beizustimmen ist; jedenfalls geht der bindegewebige Ursprung des Follikels aus seinen Auseinandersetzungen hervor.

---

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie, I. Bd., S. 165 u. ff.

Einer anderen Ableitung des Follikelepithels als vom Stroma ovarii, sei es vom Oberflächenepithel des Eierstockes u. s. w., wie dies von neueren Autoren noch angenommen wird, muss auf Grund der Untersuchungen entgegengetreten werden.

Pflüger'sche Schläuche existiren ganz bestimmt nicht, weder in früheren, noch in späteren Stadien der Entwicklung des Eierstockes; die Loslösung der Eizellen vom Eihaufen (Einestern), die Bildung des Follikels geschieht einzig und allein in der gleichen Weise, wie sie von mir im Eierstock des Hühnchens angetroffen wurde.[1] Was Schottländer[2] in seiner neuen Arbeit über die Pflüger'schen Schläuche erwähnt, kann ich nach meinen Präparaten nicht bestätigen.

C. Reifeerscheinungen.

Beim Studium der Literaturangaben hat man mit den Ausdrücken, die sich auf verschiedene Reifezustände des Follikels beziehen, meist mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Das Stadium der Reife einer Eizelle wird fast immer nach dem Verhalten des Follikels bestimmt, und da ist in erster Linie meist seine Grösse massgebend. Die verschiedenen Autoren bezeichnen mit den Ausdrücken »reif«, »halbreif«, »mittelreif« u. s. w. nicht immer gleiche Entwicklungzustände; was bei einem Autor ein reifer Follikel ist, ist bei einem anderen ein mittelreifer u. s. w.; ja selbst in ein und derselben Arbeit werden die Ausdrücke, welche doch bestimmte Verhältnisse bezeichnen sollen, willkürlich gebraucht. Es ist daher oft sehr schwer sich zurecht zu finden.

Die Ursache dieser schwankenden Angaben ist darin zu suchen, dass bisher keine bestimmten Anhaltspunkte existiren, um die verschiedenen Entwicklungsstadien der Eizelle und mit ihr des Follikels genau zu bezeichnen, und dafür ist der Grund wieder darin zu suchen, dass von den meisten Autoren nicht die Verhältnisse der Eizelle, sondern die des Follikels berücksichtigt werden. Die Bedeutung des die Eizelle bergenden Follikels soll für dieselbe und ihre Reifungszustände oder andere

---

[1] L. c. S. 321.

[2] Archiv für mikroskop. Anatomie, 41. Bd.

Verhältnisse nicht unterschätzt werden, aber das wichtigste Glied für die Erkenntniss der Zustände der Eizelle stellt doch sie selbst und nicht der Follikel dar. Wegen der Ausseracht-lassung dieser gewahrt man in fast jeder Arbeit, wie der betreffende Autor mit den Schwierigkeiten wegen der Bezeichnung der verschiedenen Reifezustände der Eizelle kämpft. Schottländer[1] geht so weit, dass er sagt, reife Follikel sind überhaupt selten und »absolut sichere Normen für die Reife eines Follikels sind bisher nicht gefunden worden und werden auch nicht gefunden werden können.« Derselbe Autor sagt weiters (S. 200): »Paladino hat neuerdings gewisse besondere Merkmale als charakteristisch für die eintretende Reife des Follikels hingestellt. Umsonst habe ich in meinen sämmtlichen Objecten nach den bezüglich der Theca angegebenen Veränderungen geforscht; dagegen stimme ich, wie das Folgende lehren wird, Paladino in einigen anderen in der Anmerkung angeführten Punkten bei. Viel scheint mir indessen damit nicht gewonnen, wir bleiben nach wie vor auf die relative Grösse des Follikels, die Entwicklung des Liquorraumes, die Lage des Eies und die übrigen bekannten Hauptkriterien angewiesen.« An anderer Stelle (S. 205) heisst es: »Mir scheint nach meinen Befunden, ausser der sogenannten Corona radiata, das einzig stichhältige Kriterium für die Reife des Eies, ebenso wie mutatis mutandis beim Follikel in den relativen und individuellen Grössenverhältnissen zu liegen. Eine weitere Frage, die sich naturgemäss hier anknüpft, ist, ob Reifung des Eies und Follikels stets gleichzeitig erfolgen oder nicht.[2] Allem Anscheine nach ist die gleichzeitige Reifung die Regel, die ungleichzeitige die allerdings nicht sehr seltene Ausnahme.« In seiner neuen Arbeit[3] meint Schottländer, dass im Allgemeinen bis zu einem gewissen Grade doch die Grösse des Eies für die Reifebestimmung massgebend sein wird.

---

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie, 37. Bd., S. 201.

[2] Anmerkung Schottländer's: »An sich haben jedenfalls beide Zustände nichts miteinander gemein, und Schulin weist m. A. n. mit Recht auf die in der Literatur mitunter vorgekommene Verwechslung hin.«

[3] Über den Graaf'schen Follikel etc. Archiv für mikroskop. Anat., 41. Bd., S. 251.

Paladino,[1] welcher hinsichtlich der Morphologie des Ovariums die Ansicht vertritt (S. 44), dass im Eierstock un perenno movimento di distruzione a tutti i gradi e di regeneratione corrispondente del parenchima ovarico stattfindet, äussert sich, dass man vor seinen Studien nicht gewusst hat, was ein reifer Follikel sei. Er führt an: »I cangiamenti delle pareti del folliculo per la maturazione consisterano: 1° nel turgore delle cellule della granulosa e s'intende nel divenire più spiccate le forme varie dei diversi elementi della stessa, 2° nella comparsa di un sottile streto molecolare sulla superficie della tunica propria della theca folliculi e 3° nell accumulo di grosse e molte cellule poliedriche riche di protoplasma e fornite di marcato nucleo, nello streto fibroso e nella tunica interna o di Henle della theca folliculi.« . . . »Concordemente a questi cangiamenti altri ne vengono nell interno alcuni proprii all uovo ed altri proprii dell'epithelio. Dei cangiamenti dell uovo e delle solenni modificazioni della vescicola germinativa nei mammiferi come se ne ha la dimostrazione nelle fig. 52 dell tav. V e nella fig. 12 delle tav. I mi occuperò di proposito in altra occasione.« Diesbezüglich habe ich aber nichts in der Literatur vorfinden können.

Meist werden von den Autoren nur die Endstadien der Reifung berücksichtigt. So, um nur einige Beispiele anzuführen, sagt Bischoff:[2] »Am auffallendsten und leichtesten zu erkennen und ein sicheres Zeichen der vollen Reife der Eier, wenigstens bei Hunden und Kaninchen, ist die Veränderung der Zellen des sogenannten Discus proligerus um die Zona herum, die sich in Fasern auszuziehen anfangen und mit diesen, auf der Zona aufsitzend, dem ganzen Ei ein strahliges Aussehen geben. Rein[3] hält mit Bischoff die aus spindelförmig umgewandelten Zellen des Discus proligerus bestehende Corona radiata für das am meisten charakteristische Zeichen der Reife des Eies. Einige Autoren, van Beneden[4] u. A. befassen sich mit der Darstellung

---

[1] L. c. S. 123—125.

[2] Beweis der von der Begattung unabhängigen periodischen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen als der ersten Bedingung ihrer Fortpflanzung. Giessen, 1844, S. 6.

[3] Archiv für mikroskop. Anatomie, XXII. Bd., S. 242.

[4] Archiv für Biologie.

der Richtungskörper, Polzellen, bei van Beneden[1] findet man auch die Erörterung einzelner Reifungsvorgänge an den Eizellen.

Nagel[2] macht genauere Unterschiede, indem er vom wachsenden, fertigen und reifen (reifenden) Ei spricht und Einzelheiten am Follikel und Ei erörtert; die Auseinandersetzungen aber, welche die Veränderungen des Kernes betreffen, sind nicht besonders bemerkenswerth.

Es sei gestattet, mit dem Vorgebrachten über die Literaturangaben über die Verhältnisse der Reifung des Eies abzuschliessen; einer Vollständigkeit entbehrt das Vorgebrachte, aber es geht zur Genüge hervor, dass sich aus der Literatur keine bestimmten Angaben ermitteln lassen, welche der Reihe nach auf die einzelnen Entwicklungsvorgänge der Eizelle vom Urei bis zu jenem Zeitpunkte, wo das Ei den Follikel verlässt, Bezug haben. Es geht auch hervor, weil meist nur die schwankenden Zustände der Follikel für die Bestimmung der Entwicklungsphasen der Eizelle, nicht aber die an dieser selbst auftretenden Erscheinungen in Berücksichtigung gezogen wurden, dass die verschiedenen Ausdrücke: »reife«, »halbreife Follikel« u. s. w. von den verschiedenen Autoren in verschiedener Weise gebraucht werden, zu unbestimmt sind und über die näheren Zustände der Eizelle meist gar nichts auszusagen im Stande sind, ja oft mit denselben gar nicht in Übereinstimmung sind. Aus diesem Grunde ist es, wie schon hervorgehoben, meist recht schwer, in den verschiedenen Literaturangaben mit dem Sinne der Bezeichnung »reif« u. s. w. sich zurecht zu finden, ja oft ganz unmöglich.

Vom Urei bis zum Verlassen ihres Follikels zeigt die Eizelle eine constante Reihe von Entwicklungsvorgängen, die immer in ganz bestimmter Weise ablaufen und welche namentlich in den Veränderungen der Bestandtheile des Kernes zum Ausdrucke kommen. Auch der Zellleib bietet Verschiedenheiten während der Entwicklung dar, dieselben sind aber im Vergleiche zu den Erscheinungen, die der Kern darbietet, nicht so

---

[1] L. c. S. 522.
[2] L. c. XXXI. Bd.

auffallend. Mit dem Heranwachsen der Eizelle stellen sich Veränderungen am Follikel ein, die in den meisten Fällen constante Bilder liefern, welche Veränderungen in vielen Fällen aber nicht gleichen Schritt halten mit den an der Eizelle sich abspielenden Vorgängen, diesen manchmal vorauseilen, manchmal nachfolgen. Wegen dieser wechselnden Verhältnisse bleibt daher, um die einzelnen Entwicklungsphasen der Eizelle zu bestimmen, kein anderer Ausweg, als die Vorgänge an ihr selbst zu beobachten, und da spielt in den meisten Fällen die Grösse der Eizelle eine untergeordnete Rolle, in erster und fast einziger Linie kommen die umgreifenden Veränderungen im Kerne in Betracht. Die Grösse des Zellleibes nimmt mit den Reifezuständen des Kernes vom Anfang zu und erreicht eine bestimmte Grösse; die definitive Grösse aber, die einer Eizelle beschieden ist, ist Schwankungen unterworfen, und sie ist ab origene eine bestimmte. Es kann daher vorkommen, dass eine Eizelle, welche um ein Drittel kleiner ist als eine andere, die Kennzeichen eines vollständigen Reifezustandes zeigen kann, während die andere, grössere von diesem noch ziemlich weit entfernt sein kann. Die erstere Eizelle ist eben von Haus aus, sit venia verbo, als kleine die andere als grosse veranlagt, gleichwie es kleine und grosse Individuen gibt. In ähnlichen Beziehungen stehen die Grössenverhältnisse der Follikel, welche im gewissen Sinne auch ganz unabhängig von der Grösse der Eizellen sein können. Dass bei allen diesen Beziehungen auch der Kampf um Platz von hervorragender Bedeutung ist, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden; so viel geht jedenfalls aus dem Gesagten hervor, dass die Grössenverhältnisse der Eizelle oder des Follikels zur Bestimmung des Reifezustandes der Eizelle nicht herangezogen werden können.

Die Veränderungen, welche die einzelnen Bestandtheile der Eizelle und der Follikel im Laufe der Entwicklung aufweisen, sollen nun im Besonderen betrachtet werden.

1. Veränderungen an der Eizelle.

a) Veränderungen am Kerne.

Ist die Bildung des Follikels erfolgt, liegt die Eizelle in einem sogenannten Primärfollikel, so zeigt sich im Vergleiche

mit dem ausgewachsenen Urei, dass sie an Grösse zugenommen und meist eine ovale Form angenommen hat. Durchschnittlich sind solche Eizellen 18 μ lang, 14 μ breit. Der stark excentrisch gelagerte Kern ist rund und 10 μ gross; das Kernkörperchen wenig über 2 μ. Während am Zellleib sich deutlicher Veränderungen wahrnehmen lassen (faserige Structur, Auftreten von Dotterelementen), worüber später berichtet wird, sind solche am Kerne, ausser der Grössenzunahme seiner Theile, mit Sicherheit nicht wahrzunehmen. Dass aber das Kernkörperchen, welches, wie Loewenthal[1] richtig bemerkt, als ein Centrum erscheint, um welches die Fäden des Kernnetzes orientirt sind, ist klar zu sehen. Ebenso, dass das Kernkörperchen nicht homogen gebaut ist, kein einheitliches Gebilde darstellt. Bei verschiedenen Einstellungen ändert sich das Aussehen desselben, hellere und dunklere Stellen sind deutlicher als früher zu sehen. Loewenthal[2] erwähnt, »dass in manchen Ureiern der Keimfleck eine deutlich granulirte Beschaffenheit hat und dass an mehreren Ureiern (Katze, Hund) die Keimflecke nicht gleichmässig, sondern fleckweise durch Sarfanin tingirt sind. In einigen Fällen sind die ungefärbt gebliebenen Theile des Keimfleckes rundlich und hell, so dass man an vacuolisirte Keimflecke denken kann. Dem ist aber nicht immer so. An mehreren Keimflecken ist die Vertheilung der durch Safranin tingirten Substanz eine ziemlich complicirte, und die ungefärbt gebliebenen Theile haben vielmehr das Aussehen eines festen granulirten Stromas. Über die Deutung dieser sonderbaren Befunde bin ich durchaus nicht im Klaren. Bekanntlich haben sich mehrere Forscher für eine complicirtere Beschaffenheit des Keimfleckes als es allgemein angenommen wird, ausgesprochen. So hat Schroen am Katzeneie das »Korn« beschrieben. Nach v. La Valette soll dieses Gebilde eine Vacuole sein. Derselbe Forscher hat an Eiern von Libellenlarven dieses Gebilde seine Stelle verändern und verschwinden gesehen. Balbiani hat den Vacuolen eine Contractilität zugeschrieben. Erwähnen wir noch, dass O. Hertwig am Keimflecke zwei chemisch und morphologisch ver-

[1] L. c. Anatom. Anzeiger, S. 371 und 372.

[2] L. c. Anatom. Anzeiger, S. 371 und 372.

schiedene Substanzen als Nucleïn und Paranucleïn unterscheidet. Inwieweit meine Befunde über die an safraninisirten Schnitten vorkommende fleckige Tingirung mehrerer Keimflecke mit der citirten Beobachtung im Zusammenhange zu bringen sind, bleibt dahingestellt. Es könnte vielleicht aus meinen Befunden geschlossen werden (es gilt nur um eine Vermuthung), dass der Keimfleck aus einer Verbindung in einer durch reine Kernfärbemittel unfärbbaren contractilen Grundsubstanz, wie es sich aus der geschilderten Vielgestaltigkeit des Keimfleckes vermuthen lässt, mit einer anderen durch dieselbe intensiv tingirbaren Substanz (Chromatin), deren Quantität aber gewissen Schwankungen unterworfen sein kann, bestehe, so dass Verbindungen tingirbarer und untingirbarer Substanz zu Stande kommen können.«

Beim Durchsehen der Literatur gewahrt man, dass fast alle neueren Autoren im Innern des Kernkörperchens Gebilde angetroffen haben, welche verschiedene Deutung erfahren haben; meist werden sie als Vacuolen oder als eingedrungene Luftblasen angesehen. So erwähnt Schottländer,[1] dass innerhalb des Keimfleckens schwarz umrandete Hohlringe vorkommen, welche er für mit dem Härtungsmittel eingedrungene Luftblasen ansieht. O. Schultze[2] sieht die Homogeneität des Kernkörperchens auf Grund von Untersuchungen an ganz frischen Keimbläschen als den natürlichen Zustand an. »Sehr häufig nimmt man jedoch auch das an den Keimkörperchen gewahr, was man eine Vacuole zu nennen sich gewöhnt hat. Selbst in Schnittpräparaten, die mit den „besten“ Fixirungsmitteln gewonnen sind, finden sich in den grössten und kleineren Keimkörperchen diese Vacuolen regelmässig in wechselnder Menge. Trotzdem muss ich auf Grund der obigen Angaben die sogenannte Vacuolenbildung in den Keimkörperchen für einen unnatürlichen Zustand erklären; doch gilt dies natürlich nur für die hier in Betracht kommenden Amphibien.«

Flemming[3] äussert sich, dass man bei Beobachtung frischer Kerne in sogenannten indifferenten Medien ver-

[1] L. c. Arch. für mikr. Anat. Bd. 41, S. 252.

[2] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 45. Bd., S. 196.

[3] Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig. 1882. S. 151.

schiedener Arten sich leicht überzeugt, dass mehrfach Vacuolen in den Kernkörperchen mit dem Absterben auftreten und die vorhandenen sich vergrössern. Man darf aber nicht alle solche Vacuolen überhaupt als Leichenerscheinung oder Kunstproducte im Verdachte haben. Die einzelnen oder in geringer Zahl vorhandenen Vacuolen der Kernkörperchen hält Flemming für präformirt, die zahlreichen dagegen, welche man nach und nach im Präparat auftreten sieht, seien nachweisbare Veränderungen. »Mit Hilfe von stärkerer Osmiumsäure, bei günstiger Wirkung auch von Chromsäure und Pikrinsäure, kann man die ursprünglichen Vacuolen an verschiedenen Objecten naturgetreu fixiren. Natürlich muss das Object lebend behandelt werden.«

O. Hertwig[1] erwähnt, dass die Form der Keimflecke eine wechselnde ist, und dass sich häufig in ihrer eigenthümlich glänzenden, stark lichtbrechenden Substanz einzelne kleine Vacuolen, die mit Flüssigkeit erfüllt sind, vorfinden. »Dass diese Vacuolen keine Kunstproducte sind, lehrt die Untersuchung lebender Eizellen.[1] Doch können auch Vacuolen noch nachträglich beim Absterben der Eier sich bilden und die vorhandenen Vacuolen sich vergrössern, wie Flemming hervorhebt.«

Aus der letzteren Angabe geht wohl hervor, dass die im Innern der Kernkörperchen vorkommenden rundlichen Gebilde den Namen Vacuolen ganz mit Unrecht tragen.

Wenn in den bisherigen erörterten Entwicklungszuständen der Eizelle im Kernkörperchen die als sogenannte »Vacuolen« bezeichneten Gebilde mit Sicherheit nicht gefunden werden konnten, so ist es anders der Fall im weiteren Verlauf der Entwicklung. Dieselben werden alsbald deutlich und spielen eine wichtige Rolle. Ich glaube aber, in dem ungleichmässigen Aussehen der Kernkörperchen der Eizellen jüngsten Zustandes ist der Beginn der sogenannten »Vacuolen«-Bildung angedeutet.

Bei einer 36 μ langen, 20 μ breiten Eizelle, welche in einem circa 50 μ langen und 24 μ breiten Follikel gelagert ist,

---

[1] Die Zelle und die Gewebe. Jena, 1893. S. 43.

ist der Kern 14 μ lang und 12 μ breit; das Kernkörperchen hat fast 4 μ im Durchmesser (Taf. I, Fig. 2). Den Kern durchzieht ein deutliches Fasernetz mit weiten Maschen, gebildet von rauhen, sich vielfach verzweigenden Fäden, welche mit der Kernkörperchenwand in innige Verbindung treten. Das Kernkörperchen ist erfüllt mit blasenähnlichen rundlichen Gebilden, welche manchmal hell, manchmal leicht gefärbt erscheinen; zwischen den kugeligen Gebilden ziehen dunkle Linien, welche dieselbe Färbung wie die Kernkörperchenwand besitzen. Es konnte nicht festgestellt werden, ob die dunklen Linien nur die Grenzen der kugeligen Gebilde darstellen oder ob sie der Ausdruck selbständiger Fäden sind, die zwischen denselben verlaufen und mit der Kernkörperchenmembran, denn als solche ist die Begrenzung des Kernkörperchens anzusehen, zusammenhängen. Die kugeligen Gebilde stellen normale Befunde dar; sie finden sich an allen, mit den verschiedensten Mitteln behandelten, lebenswarm fixirten Eizellen vor. Wie besonders aus dem Nachfolgenden ersichtlich wird, können dieselben auch nicht als in Folge des Absterbens aufgetretene Vacuolen des Kernkörperchens angesehen werden. Vacuolen, im eigentlichen Sinne des Wortes, mit Luft gefüllte Blasen sind dieselben nicht, denn sie besitzen einen homogenen, wahrscheinlich flüssigen Inhalt, der unter Umständen gefärbt sein kann. Es wird angezeigt sein, die Kernkörperchengebilde mit dem Namen Schroen'sche Körner zu bezeichnen, indem der Ausdruck »Vacuolen« ein ganz gefehlter ist. An osmirten Präparaten (Flemming, Hermann Behandlung) ist der Begrenzungsrand der Schroen'schen Körner schwarz gefärbt, ihr Inhalt nicht ganz hell; die Membran des Kernkörperchens bräunlich, unter Umständen mit dem betreffenden Farbmittel leicht gefärbt; an denselben Präparaten macht es auch den Eindruck, dass im Innern des Kernkörperchens keinerlei Fadenwerk, sondern nur die Schroen'schen Körner vorhanden sind.

Es liegt die Vermuthung nahe, dass die Schroen'schen Körner schon im Keimfleck der Ureier vorhanden sind, dass die oben angeführten Befunde über denselben mit der Entstehung der Schroen'schen Körner im Zusammenhange seien.

Eine innige Verbindung besitzt der Keimfleck mit dem Netzwerk des Kernes, so dass der von Loewenthal[1] ausgesprochene Satz: »Der Keimfleck erscheint als ein Centrum, um welches herum die Mikrosomen orientirt sind,« seine Bestätigung findet.

Es folgen nun die Befunde an zwei Kernen (Taf. I, Fig. 3 und 4), welche ihre Grössenverhältnisse in umgekehrter Weise zum Entwicklungszustande aufweisen. Solche Fälle sind äusserst zahlreich und dienen zum Beweise, dass die Entwicklungsphasen mit den Grössenverhältnissen nicht immer gleichen Schritt halten.

Fig. 3 stellt einen circa 22 μ langen, 20 μ breiten Kern einer 56 μ langen, 50 μ breiten Eizelle aus einem 94 μ langen, 90 μ breiten Follikel dar. Das chromatische Netz ist gewachsen und lockerer geworden; die Fäden haben ein rauhes Aussehen, über ihren Bau und über die in ihrem Verlaufe eingeschalteten Knoten konnte keine Aufklärung erreicht werden. Einen geradezu auffälligen Befund stellt das Kernkörperchen dar, welches auf 6 μ herangewachsen und in welchem dicht gedrängte 23 verschieden grosse Schroen'sche Körner gezählt werden konnten; die Kernkörperchenmembran ist sehr dick und um sie herum liegen dichte chromatische Fäden des Netzwerkes des Kernes; an einer Stelle der Kernkörperchenmembran hat es den Anschein, als liege daselbst ein dichterer, rundlicher Haufen chromatischer Substanz. Die Schroen'schen Körner machen wieder den Eindruck von mit Flüssigkeit erfüllten Blasen, die ziemlich hell sind und dem ganzen Kernkörperchen ein viel helleres Aussehen als es früher hatte, verleihen.

Fig. 4 zeigt den Kern (20 μ lang, 18 μ breit) einer 50 μ langen, 42 μ breiten Eizelle aus einem 100 μ langen, 70 μ breiten Follikel. Das Maschenwerk der chromatischen Fäden ist noch lockerer geworden; in unmittelbarer Nähe des 5 μ grossen Kernkörperchens liegt ein grösserer und kleinerer ziemlich stark gefärbter rundlicher Körper, welcher abgesehen von seiner Grösse, sich auch durch sein Aussehen und Eigenschaften von den Knoten des Netzes unterscheidet.

---

[1] L. c. Anatom. Anzeiger. S. 371.

Innerhalb des Kernkörperchens sind 16 Schroen'sche Körner zu zählen, also weniger als im früheren Falle; das Kernkörperchen ist ja auch um 1 μ kleiner. Der Unterschied zwischen dem früher beschriebenen und jetzt in Betracht gezogenen Kerne besteht darin, dass beim letzteren das Maschenwerk lockerer ist und dass in der Nähe des Kernkörperchens zwei chromatische Ballen liegen; beim ersteren ist das Maschenwerk auch locker, aber die zwei chromatischen Ballen ausserhalb des Kernkörperchens sind nicht vorhanden; dafür sind aber im Kernkörperchen mehr Schroen'sche Körner als im anderen Falle.

Taf. I, Fig. 5 stellt den Kern einer 56 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem circa 90 μ grossen Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus dar. Der 20 μ lange, 18 μ breite Kern zeigt das Fadennetz, dessen einzelne Theile mit der Kernkörperchenmembran in inniger Verbindung stehen, an den Verbindungsstellen die stets anzutreffenden Knoten, welche der Kernkörperchenmembran das bukelige Aussehen verleihen. Zwei grössere und zwei kleinere chromatische Ballen, welche mit dem Netzwerke des Kernes keinerlei Verbindung zeigen, liegen in demselben. Der eine ziemlich nahe der Kernwand, der andere als wäre er im Austritte aus dem Kernkörperchen begriffen. Zu beiden Seiten von diesen liegen die kleineren chromatischen Ballen, der eine in nächster Nähe des Kernkörperchens, der andere etwas entfernt. Die kleineren Ballen sind weniger gefärbt als die grösseren.

Auffällig ist der Befund am 8 μ gross gewordenen Kernkörperchen. Während es in den früheren Fällen ziemlich dunkel erschien (namentlich bei Betrachtung mit Trockensystemen), ist es jetzt viel heller geworden. Die Kernkörperchenmembran ist wie in den vorhergehenden Fällen sehr deutlich; während sie aber in diesen einen Raum begrenzte, der von Schroen'schen Körnern dicht erfüllt war, ist nun der Raum einerseits fast zur Hälfte leer, anderseits liegen darin 13 grössere und keinere, ungefärbte oder theilweise oder ganz gefärbte Schroen'sche Körner.

Ein Vergleich mit den früheren Zuständen des Kernes lehrt, dass anfangs im Kernkörperchen nur mässig gefärbte

Schroen'sche Körner und im Kernnetze keine chromatische Ballen angetroffen wurden; jetzt sind weniger Schroen'sche Körner im Kernkörperchen, dafür aber chromatische Ballen im Kerne. Auch zeigt sich, dass die Färbung der Schroen'schen Kugeln innerhalb des Kernkörperchens begonnen und auch vollendet werden kann; die im Kernkörperchen liegenden ganz gefärbten Schroen'schen Kugeln zeigen denselben Ton der Färbung wie die kleineren chromatischen Ballen, die im Kernnetze liegen. Die Färbung der chromatischen Ballen, beziehungsweise der Schroen'schen Kugeln nimmt mit der Grösse meist stetig zu. Von den Schroen'schen Kugeln liegt eine unregelmässig geformte in der Nähe der Kernkörperwand, und von dieser dürfte vielleicht mit Recht ausgesagt werden, dass sie sich anschickt auszutreten.

Der 20 μ lange, 16 μ breite grosse Kern einer 56 μ langen 52 μ breiten Eizelle aus einem 110 μ langen, 90 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus ist auf Taf. I, Fig. 6 abgebildet. Derselbe zeigt wieder das chromatische Netz, welches mit der Kernkörperchenwand in inniger Verbindung ist; einzelne chromatische Ballen liegen näher und entfernter vom Kernkörperchen, vier ihm unmittelbar anliegend und zwei gleichsam im Austritt aus demselben begriffen. Zwei kaum gefärbte, eine fast zur Hälfte gefärbte und einige ganz kleine ganz gefärbte Schroen'sche Kugeln machen nur theilweise den Inhalt des 8 μ grossen Kernkörperchen aus. Das heller als früher aussehende Kernkörperchen enthält weniger Schroen'sche Körner als früher, dafür aber finden sich chromatische Ballen in dem Kernnetze in grösserer Zahl vor, welche mit demselben in Verbindung zu treten scheinen. Es liegt jetzt nahe, die Vermuthung aufzustellen, dass die chromatischen Ballen im Kernnetze aus dem Kernkörperchen ausgewanderte Schroen'sche Kugeln seien, und es wird von nun an für die chromatischen Ballen auch der Ausdruck chromatische Kugeln gebraucht werden.

Fig. 7 auf Taf. I stellt den 18 μ langen, 16 μ breiten Kern einer 56 μ langen, 48 μ breiten Eizelle aus einem 180 μ langen, 120 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus dar Das Kernkörperchen ist nicht ganz 8 μ gross. Das chromatische

Netz ist bedeutend rareficirt. Innerhalb desselben liegen die chromatischenKugeln, von welchen sich in dem nächstenSchnitte auch einige vorfinden. Die chromatischen Kugeln, von welchen einige in grösster Nähe des Kernkörperchens, andere entfernter liegen, scheinen mit den Fäden des Kernnetzes eine Verbindung zu besitzen; das letztere ist in inniger Verbindung mit der Kernkörperchenmembran. Das 8 μ grosse Kernkörperchen sieht ganz hell aus, und mit Trockensystemen betrachtet, erscheint es ganz leer; es hat einen leichten violetten Ton. Mit Immersion betrachtet, findet man im Innern zwei grosse und zwei kleine Schroen'sche Kugeln; von ungefärbten oder theilweise gefärbten Kugeln (Schroen) ist keine Spur mehr vorhanden.

Fig. 8, Taf. I zeigt den Kern einer 72 μ langen, 58 μ breiten Eizelle aus einem 208 μ grossen, 184 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus. Der Kern ist 24 μ lang, 22 μ breit. Die chromatische Substanz des Kernes, die früher so ausgesprochen netzartig war, zeigt wohl auch noch, aber nur theilweise eine netzartige Anordnung, und viele Fäden scheinen frei zu endigen. Die Fäden haben ein sehr rauhes Aussehen und besitzen zahlreiche Anschwellungen, so dass sie varicös erscheinen; oft hat es den Anschein, als beständen sie aus aneinander gereihten Kugeln. Manche Fäden sind äusserst fein und verästelt oder in Theilung begriffen. Trotz aufmerksamen Beobachtens mit den stärksten Linsen konnte aber ihr Bau so wenig erforscht werden, dass eigentliche positive Angaben gar nicht gemacht werden können. So viel steht aber fest, dass das ganze Aussehen der chromatischen Fäden ein ganz anderes ist, als in den Kernen früherer Stadien. Noch immer gewahrt man, dass in der Nähe des Kernkörperchens die Verbindung mit demselben aufrecht gehalten wird, wie überhaupt in dessen Nähe das Fadenwerk ein dichteres ist, als gegen die Peripherie des Kernes zu. Neun 1 μ grosse chromatische Ballen, die eine ovale Grundform besitzen und stark gefärbt sind, homogen aussehen, liegen zum Theile in der Nähe der Kernperipherie, zum Theile in der Nähe des Kernkörperchens, einer als wäre er im Austritte aus demselben begriffen. Es scheint zweifellos, dass die chromatischen Ballen mit dem Fadenwerk des Netzes in Verbindung sind. Das 8 μ lange, 6 μ breite Kernkörperchen ist nicht mehr

rund, sondern wie verbogen oval; ein Befund, der so häufig ist, dass er geradezu typisch genannt werden kann. Die Kernkörperchenmembran ist auffallend dick und stark gefärbt; ob der chromatische Ballen mit den spärlichen chromatischen Fäden wirklich im Kernkörperchen liegt, oder das Kernkörperchen ganz leer ist, und diese Gebilde nur auf oder unter demselben liegen, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Das Präparat zeigt ganz deutlich, wie die schon im früheren Zustande des Kernes sichtbar gewesenen chromatischen Ballen (Kugeln) sehr stark herangewachsen sind und dass das Kernkörperchen mit 8 μ im Durchmesser seine definitive Grösse erreicht hat.

Der Kern einer 60 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 248 μ langen, 200 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus ist durch Fig. 9 auf Taf. I wiedergegeben. Der Kern ist 20 μ lang, 16 μ breit. Das chromatische Fadenwerk des Kernes ist äusserst reducirt, dafür aber die chromatischen Ballen sehr stark entwickelt; einige derselben liegen fast frei, andere scheinen mit Fäden des Kernnetzes in Verbindung zu stehen, andere liegen auf der Kernkörperchenmembran; meist sind es die ganz grossen Ballen, die ganz frei erscheinen. Zwei oder drei Ballen haben eine rundliche Form angenommen. Die Färbung ist eine intensive. Von einem Kernkörperchen kann wohl nicht mehr die Rede sein. Die Kernkörperchenmembran erscheint an einer Stelle zerrissen, sie bewahrt aber noch im Grossen und Ganzen die ovoide Form der früheren Figur. Das Kernkörperchen würde, wenn der Contour ergänzt gedacht wird, 9 μ lang, 5 μ breit sein. Dass der gebogene dicke Faden nicht zum Kernnetz gehört, sondern die Kernkörperchenmembran darstellt, ist zweifellos. In der vorliegenden Zeichnung sind nicht alle chromatischen Ballen des Kernes vorhanden, da in dem nächsten Schnitte sich auch einige vorfinden. Eine sichere Zählung derselben konnte nicht ermittelt werden; die Zahl dürfte über 20 betragen.

Von einem Kerne, der ein vorgeschritteneres Stadium in der Entwicklung als Fig. 9 zeigt, wurden zwei aufeinanderfolgende Schnitte abgebildet in Fig 10 *a* und 10 *b*, Taf. I. Der Kern ist 16 μ gross und gehört einer 56 μ langen, 48 μ breiten

Eizelle aus einem 100 μ langen, 80 μ breiten Follikel des Eierstocks der grauen Maus an. Fig. 10*a* zeigt einen Schnitt durch den Kern, in welchem spärliche Reste des Fadenwerkes des Kernes vorhanden sind; die dunklere Linie ist ein Theil der ehemaligen Kernkörperchenmembran. Die meisten chromatischen Ballen, welche verschiedene Grösse aufweisen, sind ganz frei und fast durchgehends mehr rundlich; einige liegen ganz nahe der Kernwand. Im nächsten Schnitt, Fig. 10*b*, findet sich vom Kernnetze keine Spur; drei chromatische Ballen haben fast ganz Kugelform angenommen und liegen frei, einer unmittelbar an der Kernwand, dieselbe durchsetzend oder ausbuchtend; andere chromatische Kugeln, wovon eine bis auf 2 μ herangewachsen, liegen in einer leicht gefärbten, schleierartigen Masse, welche von einigen Linien durchzogen wird, wovon eine stärker gefärbte, wahrscheinlich einen Rest der Kernkörperchenwand darstellt. Der chromatische Haufen ist circa 10 μ lang, 8 μ breit.

Fig. 11, Taf. I, stellt ein Segment einer 64 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 208 μ grossen runden Follikel aus dem Eierstock der grauen Maus dar. In dem Protoplasmaleibe liegen nahe der Oberfläche der Eizelle eine grössere und zwei kleinere zusammenhängende leicht gefärbte, ganz charakteristische Dotterelemente; dieselben sind ganz constante Gebilde und können von jüngeren Zuständen der Eizellen an verfolgt werden. In einem helleren Grunde liegt nahe der Eioberfläche ein Haufen von 20 stark gefärbten chromatischen Elementen, die zum Theil Kugelform, zum Theil dicke gebogene Stäbchen darstellen. Der Haufen besteht eigentlich aus sechs Gruppen, wovon zwei Gruppen je vier, und vier Gruppen je drei chromatische Elemente enthalten; wahrscheinlich sind vier Ballen verdeckt, wie aus der nachfolgenden Figur hervorgeht.

Fig. 12 *a* und *b* auf Taf. II. stellen Segmente zweier aufeinanderfolgender Schnitte einer 50 μ langen, 42 μ breiten Eizelle aus einem 150 μ langen, 130 μ breiten Follikel des Eierstocks der grauen Maus dar. Im Schnitte Fig. 12*a* sind 16, und im Schnitte Fig. 12*b* acht chromatische Ballen; es sind also im Ganzen 24 chromatische Elemente vorhanden.

Fig. 13, auf Taf. II zeigt ein Segment einer 60 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 320 μ langen, 288 μ breiten Follikel aus dem Eierstock der grauen Maus. In der Nähe der Eioberfläche liegt ein circa 18 μ langer, 6 μ breiter Haufen chromatischer Elemente, welcher wieder in Gruppen getheilt ist. Die chromatischen Elemente sind zum Theil nicht mehr rund, sondern beginnen sich in die Länge zu ziehen; andere stellen kurze dicke, wieder andere längere, zum Theil ganz deutliche Schleifen dar; eine Doppelschleife ist auffallend; die Zählung von 18 chromatischen Elementen ist keine ganz sichere, da es nicht ausgeschlossen ist, dass einige verdeckt sind.

Fig. 14 auf Taf. II zeigt das Segment einer Eizelle von 44 μ Durchmesser, aus einem 160 μ langen, 130 μ breiten Follikel aus dem Eierstock der grauen Maus. Das Bild stellt eigentlich dasselbe Stadium wie Fig. 11 dar, nur sind die chromatischen Ballen nicht isolirt, sondern auf einen circa 6 μ grossen Haufen conglutinirt; in der Nähe desselben liegt noch ein einzelner Ballen. Man gewahrt aber innerhalb der Tunica adventitia den ganz an die Oberfläche gerückten Rest des Kernes als eine 20 μ lange, 10 μ hohe Blase mit einem Inhalte von stark gefärbten, unregelmässig aussehenden faserigen Strängen (Rest des Kerninhaltes); der eine ist circa 8 μ, der andere 2 μ lang. Nach der Lage erinnert der Kernrest ganz an die von O. Hertwig[1] abgebildeten Eier von *Toxopneustes lividus*, wo das emporgerückte Keimbläschen sich rückbildet.

Die Fig. 17 auf Taf. II zeigt den Kernrest in einem noch späteren Entwicklungsstadium der Eizelle, wieder mit einem stark gefärbten, faserigen, fadenartigen Inhalte, welch letzterer in den allerverschiedensten Formen auftreten kann und oft ganz im Aussehen an die faserige Masse im Kerne erinnert, zu einer Zeit, wo die chromatischen Ballen fast fertig sind.

Ich glaube mit der Vorführung weiterer Bilder der Entwicklungszustände des Kernes einstweilen eine Pause eintreten lassen zu sollen, und will nun die Entwicklungszustände des Kernes bis zu dem letztgenannten Stadium der »Schleifenbildung« zusammenstellen und einer allgemeinen Betrachtung unterziehen.

---

[1] Morphol. Jahrb., Band I, Taf. X, Fig. 4 und 6.

Aus dem bisher Gemeldeten geht hervor, dass die Eizelle im Laufe der Entwicklung eine bedeutende Grössenzunahme erfährt; sie wächst von 5—7 μ auf circa 60 μ heran.

Der Kern wächst von 4—6 μ bis zur durchschnittlichen Grösse von 20 μ heran; er ist meist nicht ganz rund, sondern nähert sich der ovoiden Form. Das Kernkörperchen vergrössert sich von circa 1 μ auf 8 μ; grössere Kernkörperchen als 8 μ sind eine Seltenheit; hat das Kernkörperchen 8 μ, welche Zahl ziemlich constant ist, erreicht, dann beginnt sozusagen seine Auflösung.

Das chromatische Kernnetz ist anfangs ein unauflösbares Gewirre von rauhen Fäden mit vielen eingestreuten Netzknoten (?). Dasselbe wird mit zunehmender Entwicklung der Zelle reichlicher, aber späterhin immer rareficirter, um endlich ganz zu verschwinden. Während dieses Vorganges geht immer mehr der Charakter des Netzes verloren, die Fäden erhalten ein mit Worten nicht zu beschreibendes Aussehen, viele scheinen fein auslaufend ganz frei zu endigen. Dessgleichen verschwinden die zahlreichen eingestreuten Netzknoten. Bis zum letzten Momente der Existenz des Kernkörperchens behalten die Fäden eine innige Verbindung mit demselben bei, der Art, als wäre das Kernkörperchen ein Centrum, von welchem die Fäden des Netzwerkes auslaufen. Es wurde schon mehrmals Erwähnung gethan, dass über die Structur der das Netzwerk aufbauenden Fäden, ebenso über die der darin vorfindlichen Netzknoten keine sichere Vorstellung gewonnen werden konnte; oft hat es den Anschein, als bestünden die Fäden aus aneinander gereihten chromatischen Kugeln, oft aber erschienen die Fäden nur als rauhe, ganz eigenthümlich aussehende Fasern.

Klarer, weil auffälliger, sind die Befunde am Kernkörperchen. Zunächst fällt es durch seine Grösse und durch seine stets excentrische Lagerung auf; eine weitere, ganz besonders auffallende Eigenthümlichkeit, welche fort und fort wiederkehrt ist die, dass das Kernkörperchen in den Jugendzuständen tief gefärbt und daher dunkel erscheint, mit seinem Wachsthume aber immer weniger gefärbt und immer heller wird, bis es endlich einen ganz licht gefärbten runden

Körper, der ganz leer aussieht, darstellt, welcher eigentlich nur durch die dicke, dunkel gefärbte Kernkörperchenmembran erkenntlich ist. Über die Structur der Kernkörperchen ist in den allerjüngsten Zuständen Sicheres sehr schwer zu ermitteln. Bald aber gewahrt man im Laufe der Entwicklung, dass das Kernkörperchen einige mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen (Schroen'sche Körner) enthält, welche mit zunehmender Grösse desselben reichlicher (bis über 20) auftreten und verschiedene Grösse besitzen.

Dabei geschieht es, dass einzelne das angewandte Farbmittel aufnehmen, aber derart, dass zuerst ein kleiner Abschnitt des Schroen'schen Kornes gefärbt wird, bis von der Färbung endlich das ganze befallen wird. Es liegt die Vermuthung nahe, dass die Schroen'schen Körner schon im Kernkörperchen der Ureizelle vorhanden sind, dass sie aber erst mit dem Wachsthume desselben sich vergrössern und sichtbar werden.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung sieht man aussen dicht an der Kernkörperchenmembran — als solche ist der Begrenzungsrand desselben, welcher kapselartig die Schroen'schen Körner einschliesst, zu deuten — einige chromatische Ballen liegen, welche sich von den Netzknoten des Kernnetzes durch ihr Aussehen, Form, Grösse, Farbe wohl unterscheiden: einzelne liegen halb im Kernkörperchen, halb im Kernraume. Später liegen einige chromatische Ballen entfernter vom Kernkörperchen, näher der Kernperipherie, und einige wieder in der Nähe des Nucleolus. Mit dem Auftreten der chromatischen Ballen im Kernraume, wird der Inhalt des Kernkörperchens an Schroen'schen Körnern immer geringer und endlich kommt es dahin, dass das Kernkörperchen ganz leer wird und im Kernraume eine grosse Anzahl (24) chromatischer Ballen angetroffen wird. Die Ballen sind anfangs klein und schwach gefärbt, wachsen bis auf 2 μ heran und gehen aus einer anfangs unregelmässig rundlichen in eine ovoide und später meist in eine runde Form über und dabei färben sich dieselben immer besser. Mit dem Verschwinden der Schroen'schen Körner im Kernkörperchen und dem Auftreten der chromatischen Ballen im Kernnetze steht die oben gemeldete Thatsache im Ein-

klange, dass das Kernkörperchen mit seinem Wachsthume immer heller wird und endlich ganz leer erscheint.

Ist das Kernkörperchen leer geworden, so verbiegt sich die früher fast kreisrunde Kernkörperchenmembran (welche bis zum Schlusse deutlich erhalten blieb), sie scheint zu zerreissen; die Theilstücke derselben, wie vielleicht Reste des Kernnetzes und die Kernmembran, rücken als »Kernrest« ganz an die Eioberfläche und an Stelle des Kernes liegt ein Haufen von 24 chromatischen Ballen (Kugeln) in sechs Gruppen zu je vier, wovon dann jeder einzelne Ballen, beziehungsweise Kugel sich in eine dicke kurze Schleife umwandelt. Es verdient angeführt zu werden, dass mehrmals der Austritt der chromatischen Ballen aus dem Kerne beobachtet werden konnte, zu einer Zeit, allwann noch spärliche Reste des Kernnetzes und der Kernkörperchenmembran im Kerne ganz deutlich vorhanden waren. Ferners muss erwähnt werden, dass die im Kerne auftretenden chromatischen Ballen anfangs keinerlei Verbindung mit den Fäden des Kernnetzes zu besitzen scheinen, späterhin aber eine solche gewinnen und dass mit dem Grösserwerden derselben das Kernnetz immer spärlicher wird, so dass zu einer Zeit, wo dieselben ganz herangewachsen sind, das Kernnetz ganz verschwunden ist.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass die Schleifen für die Richtungsfigur aus chromatischen Ballen (Fig. 11 und 12) gebildet werden. Die chromatischen Ballen oder Kugeln werden im Kernnetze angetroffen; ihr erstes und weiteres Auftreten in demselben steht im innigen Zusammenhange mit den Entwicklungszuständen des Kernkörperchens. Es ist zu beachten, dass je mehr die Zahl der chromatischen Kugeln im Kernraume zunimmt, das Kernkörperchen umso leerer wird; hat die Ansammlung von chromatischen Ballen im Kernraume eine bestimmte Zahl erreicht, so ist das Kernkörperchen ganz leer geworden und dessen Membran geht in Trümmer. (Es dürfte kein Zufall sein, dass unmittelbar vor Beginn der Schleifenbildung (Fig. 11) 24 chromatische Ballen und in Fig. 3 im Kernkörperchen 23 Schroen'sche Körner gezählt wurden, und weiters, dass der chromatische Ballenhaufen einen Raum von 10 μ im Längen- und 8 μ im Breitendurchmesser einnimmt,

also eine beiläufig gleiche Grösse als das Kernkörperchen hatte [8 μ]).

Man wird nach dem Gesagten zu dem Schlusse kommen, dass die chromatischen Ballen (Kugeln) von den Schroen'schen Körnern des Kernkörperchens abstammen,[1] dass also die Schleifen, welche zweifellos aus den chromatischen Ballen (Kugeln) hervorgehen und zur Bildung der Richtungsfigur dienen, in letzter Instanz von den Elementen (Schroen'schen Körnern) des Kernkörperchens abstammen. Das Kernkörperchen, beziehungsweise der aus ihm entstandene chromatische Kugelhaufen stellt daher den wesentlichen Bestandtheil des Kernes dar, und derselbe ist weiterhin bei der Befruchtung das wichtigste Gebilde des Kernes.

Die Ansicht, dass dem Kernkörperchen eine so wesentliche Rolle zukommt, ist nicht neu. In seiner Arbeit: »Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies«[2] kommt Oscar Hertwig zu folgendem Gesammtergebnisse: »Zur Reifezeit des Eies erleidet das Keimbläschen eine regressive Metamorphose und wird durch Contractionen des Protoplasmas an die Dotteroberfläche getrieben. Seine Membran löst sich auf, sein Inhalt zerfällt und wird zuletzt vom Dotter wieder resorbirt, der Keimfleck aber scheint unverändert erhalten zu bleiben, in die Dottermasse selbst hineinzugelangen und zum bleibenden Kern des reifen befruchtungsfähigen Eies zu werden.« In der vierten Auflage der Entwicklungsgeschichte[3] gibt derselbe Autor nur an, dass die Kernspindel aus einzelnen Bestandtheilen des Keimbläscheninhaltes sich bildet. »Die 'Reifeerscheinungen beginnen mit Veränderungen des Keimbläschens. die am genauesten bei kleinen, durchsichtigen Eiern wirbelloser Thiere, wie die Echinodermen und Nematoden (Pferdespulwurm) verfolgt worden sind. Das Keimbläschen rückt aus der Mitte des Eies — zur Grundlage der Beschreibung mag

---

[1] Anmerkung. Anfangs glaubte ich, dass die chromatischen Ballen aus den Knoten des Kernnetzes hervorgingen, konnte jedoch hiefür keine Anhaltspunkte gewinnen.

[2] Morphologisches Jahrbuch, I. Band.

[3] Jena, 1893. S. 30.

uns das Ei eines Echinoderms dienen — allmälig nach der Oberfläche empor und schrumpft ein wenig ein (Fig. 16 *A*), indem Flüssigkeit in dem umgebenden Dotter austritt; seine Kernmembran schwindet, der Keimfleck wird undeutlich und zerfällt in kleine Fragmente (Fig. 16 *B*, Kf.). Während dieser Rückbildung des Keimbläschens bildet sich, wie allein bei geeigneter Behandlung mit Reagentien wahrgenommen werden kann, aus einzelnen Bestandtheilen seines Inhalts eine Kernspindel (Fig. 16 *B* sp.) aus, also jene oben beschriebene Form des Kernes, welche man im Thier- und Pflanzenreiche im Vorbereitungsstadium zur Zelltheilung antrifft.«

In den bisherigen Erörterungen wurde das chromatische Netzwerk des Kernes ganz ausser Acht gelassen, und es entsteht die Frage, was mit demselben geschieht; dieses ist es ja, aus welchem sich nach unseren bisherigen Kenntnissen Schleifen herausbilden, und nach dem Gemeldeten hätte dasselbe gar keine Rolle zu spielen. Offen gesagt, ich bin mir über das Schicksal des Kernnetzes nicht ganz klar geworden.

Bei der Eizelle des Hühnchens habe ich beobachtet, dass aus dem chromatischen Netzwerke des Kernes die sogenannten Gerüststränge hervorgehen, welche sich im Keimbläschen zu einer feinsten Masse auflösen, und dass das Kernkörperchen im Laufe der Entwicklung verschwindet. Neue Untersuchungen haben mich gelehrt, dass das Kernkörperchen bei Vögeln auch ein zusammengesetztes Gebilde, gleichwie bei den Säugethieren ist, und dass aus demselben eine Zahl, wie viel vermag ich nicht anzugeben, (Schroen'sche Kugeln) chromatischer Ballen sich entwickeln, die im Kerne vertheilt werden, deren weiteres Schicksal mir aber unbekannt geblieben ist.

Über die ferneren Verhältnisse der aus dem Chromatinnetze des Kernes der Eizelle hervorgehenden »Gerüststränge« finden wir bei Rückert und Born nach an Selachier- und Amphibieneiern angestellten Untersuchungen sehr genaue Angaben.

Beide Autoren geben übereinstimmend an, dass das Schicksal der Gerüststränge nicht ein solches ist, wie ich es an der Eizelle des Huhns beschrieben, nämlich dass sie in feinste

Körner zerfallen, sondern dass im Gegentheile die Gerüststränge eine Reihe von Umänderungen erleiden, bis daraus schliesslich nach Born ein Complex von dicken Chromatinstücken, welcher einer deutlichen grossen achromatischen Fadenspindel anliegt, hervorgeht; nach Rückert bildet sich eine Chromatinfigur aus circa 18 Chromatinstäben, welche in Bezug auf die Anordnung der Stäbe schon der Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel im Pristiurus gleicht.

Ich stellte diesbezüglich an der Hühnereizelle eine Nachuntersuchung an und verfertigte neue Präparate; unter den vom Eierstock losgelösten Eiern, welche mit Flemming's Gemisch behandelt, im Alkohol gehärtet und auch aufbewahrt wurden, kam mir ein Ei unter, welches, obwohl es nur der einzige Fall ist, mich lehrte, dass die Angaben Rückert's und Born's, dass die Gerüststränge nicht schwinden, sondern dass aus ihnen sich ein eigenthümlicher Fadenknäuel entwickle, ihre vollkommene Richtigkeit besitzen. Bei einer 20 *mm* grossen Eizelle mit einem circa 296 μ breiten, 128 μ hohen Keimbläschen, welches auf Taf. III, Fig. 25 *a* und *b* abgebildet ist, fand ich ein exentrisch gelagertes, durch seinen Glanz auffallendes Fadenwerk, welches einen Raum von circa 24 μ Länge und 16 μ Breite einnahm.

Mit Zeiss' homogener Immersion 2·0 Apertur, Compensationsocular 18 zeigt sich das Fadenwerk (Taf. III, Fig. 25 *b*) deutlich und erinnert theilweise an die Fig. 3 der Rückert'schen Abhandlung, insofern als Paarlinge, beziehungsweise in Längstheilung begriffene Fäden sich vorfinden. Eigenthümlich sind die von Stelle zu Stelle auftretenden Verdickungen der Fäden und dass abseits vom Fadenwerke einige dickere chromatische Fäden und Chromatinstücke liegen, welche vielleicht einen fortgeschritteneren Entwicklungszustand einzelner Chromomassen darstellen. Vom Kernkörperchen konnte ich an den Schnitten nichts wahrnehmen.

Mit Beziehung auf die Befunde Rückert's und Born's ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass das Fadenwerk dieses Keimbläschens aus jenen Gerüststrängen hervorgegangen ist, welche in meiner oben citirten Abhandlung in Fig. 7 abgebildet sind. Weitere Funde habe ich nicht machen können. Es ist nur

auffällig, dass obwohl eine ganze Reihe von Eierstöcken in ganz gleicher Weise der Behandlung unterzogen wurden, vorliegender Fall der einzige ist, an welchem ich das Fadenwerk antraf; und dies betrifft ein Ei, welches über ein Jahr in Alkohol aufbewahrt wurde.

Nach diesem Befunde scheint es mir wohl sehr wahrscheinlich, dass das weitere Schicksal dieses Fadenwerkes bei dem Huhne ein solches ist, wie es Rückert und Born bei Selachier- und Amphibieneiern gefunden haben, nämlich, dass aus ihm die Chromatinstäbe für die Bildung der Äquatorialplatte hervorgehen.

Nachdem ich Kenntniss von den Arbeiten Rückert's und Born's hatte, und auch bei der Hühnereizelle die Umwandlung der Gerüststränge in das Fadenwerk gefunden hatte, war es natürlich, dass ich beim Studium der Reifungserscheinungen der Säugethiereizelle auf der Suche nach den Gerüststrängen, dem Fadenwerke u. s. w., kurz nach all den Vorgängen, wie sie Rückert und Born beschrieben, war. Trotz alles Suchens, trotz verschiedener Behandlung der Objecte konnte ich aber den gleichen Vorgang der Bildung der chromatischen Schleifen für die Äquatorialplatte aus dem Chromatinnetz des Kernes wie ihn Rückert und Born bei Selachiern und Amphibien gefunden haben, und wie er wahrscheinlich auch bei den Vögeln existirt, nicht finden, sondern ich fand, wie früher beschrieben wurde, dass die Chromatinschleifen schliesslich aus dem Inhalte des Kernkörperchens abzuleiten seien. —

In der früher gegebenen Zusammenfassung wurde die Bildung der chromatischen Schleifen für die Richtungsfigur aus dem Kernkörperchen erörtert und über das chromatische Netzwerk des Kernes erwähnt, dass über die näheren Verhältnisse desselben mit Sicherheit nichts angeführt werden kann; einiges ist aber doch zu bemerken und nicht zu übergehen.

Immer wurde hervorgehoben, dass das chromatische Kernnetz eine innige Beziehung zum Kernkörperchen habe, indem viele Fäden mit ihm in Verbindung treten, so dass das Kernkörperchen als ein Centrum erscheint, von welchem die chromatischen Fäden auslaufen. Die chromatischen Ballen, welche aus dem Kernkörperchen sich entwickeln und in das Netzwerk des

Kernes eintreten, scheinen anfangs mit d'mselben keine Verbindung zu besitzen; später aber tritt eine solche auf. Es drängt sich die Meinung auf, dass, da nach Allem das Kernkörperchen das wesentliche Gebilde des Kernes darstellt, das chromatische Netzwerk einen Ernährungsapparat für dasselbe darstellt. Wenn die Schroen'schen Kugeln aus dem Kernkörperchen ausgetreten sind, so gehen die Fäden des Netzwerkes mit jeder einzelnen Kugel eine Verbindung ein und scheinen deren Ernährung und Wachsthum zu besorgen. Man wird zu dem Schlusse, dass das chromatische Netz für das Kernkörperchen, beziehungsweise dessen Elemente bestimmt ist, gedrängt, da mit dem Wachsthum des Kernkörperchens und der Ausbildung der chromatischen Kugeln das Kernnetz immer spärlicher wird, um, wenn die letzteren die bestimmte Grösse erreicht haben, zu verschwinden. Es wächst also das Kernkörperchen, beziehungsweise die chromatischen Kugeln, die aus demselben stammen, auf Kosten des chromatischen Netzwerkes des Kernes heran. R. und O. Hertwig erkennen das letztere als Ernährungsapparat für das Kernkörperchen an. O. Hertwig[1] sagt: »Die Bedeutung des Fadennetzes, das ich für ein protoplasmatisches halte, erblicke ich gleichfalls darin, dass von ihm die Ernährung der Nucleolen, der wichtigsten und allein wesentlichen Bestandtheile des Kernes, vermittelt wird.«

Rückert[2] erwähnt von den Nucleolen des Selachiereies, dass sie häufig Vacuolen enthalten und oft aus mehreren kleineren Vacuolen zusammengesetzt sind, ferner dass die Nucleolen zu den Chromosomen in inniger Beziehung stehen. S. 139 äussert sich derselbe Autor: »Aus der Gesammtheit dieser Thatsachen darf man schliessen, dass die Nucleolen eine im Verhältniss zur Function der Chromosomen mehr untergeordnete Rolle spielen, die aber aus dem oben angeführten Grunde, wahrscheinlich im innigen Connexe mit den Lebensvorgängen innerhalb der Chromosomen steht. Man wird wohl annehmen dürfen, dass es die Stoffwechselvorgänge der Chromosomen sind, zu welchen die Nucleolen in

[1] Morphol. Jahrbuch. 3. Bd., S. 38.

[2] Anta. Anzeiger 1892. S. 139.

directer Beziehung stehen, sei es nun, dass sie nothwendige Stoffe an die letzteren abgeben (vielleicht das Chromatin, wie schon Flemming vermuthete), oder dass sie Stoffe von ihnen aufnehmen, oder endlich, dass beides zugleich der Fall ist. Namentlich die erstere drängt sich einem auf, wenn man sieht, wie die Chromosomen während ihres Wachsthums und ebenso während der nächstfolgenden Zeit, in der sie aus einem fast achromatischen in einen besser färbbaren Zustand übergehen, an ihrer Oberfläche mit kleinsten Nucleolen förmlich übersät sind. Später freilich, wenn die Chromosomen merklich an Substanz verlieren, ist man eher geneigt, die betreffenden Nucleolen als Träger der Zerfallsproducte der Chromosomen anzusehen.«

Endlich ist die Frage zu erörtern, was mit dem Kernreste, der aus der Kern- und Kernkörperchenmembran und vielleicht aus einem spärlichen Reste des Netzwerkes besteht, geschieht. In Fig. 10*a* und *b*, Taf. I, sind die chromatischen Ballen nahe dem Endzustande der Entwicklung; man sieht noch die Kernmembran, Reste der Kernkörperchenmembran und des Chromatinnetzes; ausserdem in Fig. 10*b* eine leicht gefärbte schleierartige Masse. Dieses Stadium des Kernes zeigt die mannigfaltigsten Bilder, insofern als die Reste verschiedenes Aussehen besitzen, immer aber sind deutlich die chromatischen Ballen, die meist fast ganz frei sind. Fig. 11, 12, 13, 14 zeigen die freigewordenen chromatischen Ballen, zum Theil (Fig. 13) schon die Schleifenform annehmend, und Fig. 14 den an die Oberfläche der Eizelle emporgerückten Kernrest, welcher in Rückbildung begriffen ist. Man gewahrt den Kernrest auch in späteren Stadien der Entwicklung der Eizelle (Spindelbildung) in verschiedener Grösse und mit verschiedenem Aussehen des chromatischen Inhaltes, welcher eine faserige, oder fadenartige, mit Anschwellungen versehene oder ganz unregelmässige Masse darstellen kann. Schliesslich wird der Inhalt immer geringer, das Bläschen immer kleiner und verschwindet endlich ganz. Das Emporrücken des Kernnetzes geschieht bald früher, bald später, wie auch die Rückbildung desselben schneller oder langsamer vor sich gehen kann.

Flemming[1] bildet auf Taf. XI, Fig. 19 und 24 je eine Eizelle mit nach der vorliegenden Deutung emporgerückten

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1885.

Kernresten ab und sagt: »Die nächstliegende Deutung für das Ei der Fig. 19 würde sein, dass der bläschenförmige Körper am linken Ende einem schon ausgetretenen Richtungskörper entspricht, dass sich der Kernrest unter Metamorphose zur Bildung eines zweiten anschickte und dass das Ei in diesem Zustande gerade abgestorben« oder, falls es noch lebte, gerade fixirt worden sei. Ähnlich liesse sich das Ei von Fig. 4 deuten.

Abgesehen davon, dass der Körper nicht das Aussehen, die Form und Lage eines Richtungskörperchens besitzt, ist zu beachten, dass er, wie Fig. 14 lehrt, schon in einem Stadium vorhanden ist, wo es noch zu gar keiner Schleifenbildung gekommen ist. Ich glaube daher, dass man diesen Körper als emporgerückten Kernrest anzusehen hat.

Ich lasse nun noch die Beschreibung der wenigen Entwicklungszustände des Kernes, die mir bekannt geworden sind, folgen.

Fig. 13 zeigte die Umwandlung der chromatischen Ballen in Schleifen. Dieser Vorgang schreitet weiter, bis alle Ballen in Schleifen umgewandelt sind, wie Fig. 15 auf Taf. II zeigt, und dieselben auf einem Haufen beisammen liegen; eine genauere Zählung der Schleifen ist nicht möglich; es dürften, entsprechend den 24 vorhanden gewesenen Ballen 24 Schleifen existiren, 20 konnten sicher gezählt werden. Die Anlage der Spindelfasern erfolgt schon zur Zeit der Schleifenbildung; in Fig. 11 ist sie schon angelegt, daher zeigen die vorhergehenden und nachfolgenden Schnitte der Fig. 14 auch schon die fertige Spindel. An den Polen konnte an einem Präparate mit Sicherheit je ein glänzendes Kügelchen beobachtet werden. In einem früheren Zustande habe ich das Centrosoma vergeblich gesucht. Ebenso vergeblich war mir das Forschen nach dem Ursprunge der Spindelfasern; allem Anscheine nach entwickeln sie sich aus dem Protoplasmaleibe der Eizelle. Fig. 14 lehrt, dass, wenn die Schleifen gebildet sind und die Spindel fertig ist, das Ganze das Stadium der Äquatorialplatte darstellt, wie dies aus Fig. 16 auf Taf. II zu ersehen ist. Dessgleichen auf Fig. 17, wo der Kernrest zu sehen ist, der auch bei den Fig. 15 und 16 im Rückbildungszustande angetroffen wurde.

Fig. 18, Taf. II zeigt eine Eizelle (mit ganz rückgebildetem Kernreste), an welchem die Theilung in der Äquatorialplatte

erfolgt ist und die zwei Gruppen der chromatischen Schleifen auseinanderrücken, um die Bildung des ersten Richtungskörperchens einzuleiten. Die weitere Bildung desselben habe ich nicht beobachten können. Dies ist überhaupt der einzige Fall eines am meisten vorgeschrittenen Entwicklungsstadiums des Kernes, das ich gesehen habe. Zu erwähnen wäre noch, dass die Spindel tangential liegt, also in gleicher Weise wie sie Born bei Amphibien angetroffen hat.

Tafani[1] erwähnt über die Eizellen der Maus Folgendes: »Im Keimbläschen, welches sich nahe der Reife befindet, sieht man ausser der Grenzmembrane und dem Kernkörperchen und dem achromatischen Netze einige runde gefärbte Körper. Im Gegensatze zur Angabe Bellonci's verändert sich das Keimbläschen, es zerreisst und es bleibt nichts übrig, als ein corpo angoloso, irregolare, stark gefärbt, herrührend vom veränderten Keimfleck; dieser Körper, stark färbbar, aus dem Keimbläschen kaum ausgetreten, wendet sich gegen einen Punkt der Oberfläche des Eies, um sich zu theilen und die Chromosomen der Richtungsspindel zu bilden. Es sind 20 Fäden vorhanden; kaum sind dieselben gebildet, werden sie sehr dick und ungleich und nach und nach verdünnen sie sich, werden gleich und geben den Anblick von ebensolchen grossen Stäbchen, nach Art eines Beistriches. Das Ei verlässt den Follikel, wenn die Richtungsspindel die definitive Grösse erreicht hat; in diesem Momente ist das Ei von einem Stratum albuminosum umgeben.«

In der früher citirten Abhandlung Flemming's[2] werden in den Fig. 17—24 Eizellen von Kaninchen in verschiedenen Entwicklungszuständen abgebildet, welche vielfach an die vorgeführten Bilder erinnern. Flemming fand die abgebildeten Eizellen in Follikeln, deren Epithel eine chromatolytische Veränderung eingegangen, welche Degeneration abnorme Vorgänge in der Eizelle bedinge; die Folge davon sei eine verfrühte, vielleicht auch etwas atypische Bildung der Richtungs-

---

[1] I primi movimenti dello sviluppo dei mammiferi. Studii di morfologia normale e patologica eseguiti sulle uova dei topi. Atti della reale accademia dei Lincei 1889.

[2] Über die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. Archiv für Anat. und Physiol. Jahrg. 1885. S. 221.

figur. Es komme dabei nicht immer zu dem normalen Ausgange dieses Processes, der Bildung und Abstossung von Richtungskörperchen, sondern das Ei stürbe noch während des Bestandes der Fadenfigur ab und könne in diesem Zustande längere oder kürzere Zeit verharren, bis es von seiner narbig wuchernden Umgebung erdrückt werde. An anderer Stelle derselben Arbeit meint Flemming, »dass noch immer der Gedanke zulässig sei, dass die normale Richtungskörperbildung im Ei vielleicht mit der chromatolytischen Veränderung des Follikelepithels zugleich eintreten, vielleicht gerade durch sie bedingt sein könne; dass wo ein solcher Follikel zur Endvergrösserung und zum Platzen gelangt, das Ei als normales und befruchtungsfähiges ausgeworfen wird; dass dagegen, wo der Follikel nicht zum Platzen kommt, derselbe einschrumpft und erdrückt wird, das Ei darin mit der Richtungsfigur abstirbt und in diesem Zustande noch längere Zeit persistiren kann. In solchem Falle könnte also wenigstens ein Theil der beobachteten Bilder der normalen Eierentwicklung entsprechen. Aber ich kann auch dies nicht annehmen, denn ein Punkt spricht entschieden dagegen. Wie bekannt, besitzt das normale vollreife Ovarialei, sowie auch das normale ausgestossene Ei mit Richtungskörperchen einen Discus oophorus, der aus langgestreckten und zum Ei radiär gestellten Follikelepithelzellen besteht. Einen solchen radiären Discus aber vermisst man an den Eiern mit Richtungsfiguren in chromatolytisch veränderten Follikeln.«

Dass Eizellen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung zu Grunde gehen können, lehrt eine ganz kurze Untersuchung von einigen Eierstöcken; fast immer aber gewahrt man, dass an der Eizelle selbst Veränderungen, sei es dieser oder jener Natur, auftreten. Wenn schon Veränderungen der Follikel an einer anormalen Entwicklung oder am Absterben der Eizelle Schuld tragen können, so wird man niemals Veränderungen an der Eizelle selbst, sei es an ihrem Leibe, sei es an ihrem Kerne vermissen. Meines Erachtens sind die Eizellen, die Flemming in den Figuren 17—24 abbildet, ganz normale. Die Eizellen haben, wie dies meine Untersuchungen lehren, einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit; es gibt Eizellen, um die

sich herum gar kein Follikel gebildet hat, die einfach im Stroma ovarii liegen (nur die benachbarten Stromazellen ordnen sich kranzartig um sie) und dennoch können sie in ganz normaler Weise die Entwicklungszustände durchlaufen; da es aber zu keinem Platzen eines Follikels gelangt, sterben sie dann ab. Dies findet sich sehr häufig bei sehr tief im Ovarium gelegenen Eiern. Die chromatolytische Veränderung des Epithels halte ich für einen normalen Vorgang, der bald langsamer, bald schneller, bald gelinder, bald stürmisch eintritt und mit der Liquorbildung im engsten Zusammenhang ist. Es gibt Eizellen, die in einem Follikel liegen, der keine Spur von einer Chromatolyse aufweist, welchen man auf den ersten Blick wegen Veränderungen im Zellleib oder Kerne es ansieht, dass sie abnorm sind.

Beiläufig sei erwähnt, dass selbst abnorme Eizellen eine ihnen ganz eigenthümliche Reihe von Entwicklungszuständen durchmachen. Die abnorme Beschaffenheit, Entwicklung oder das Abgestorbensein einer Eizelle wird meines Erachtens nicht durch die Verhältnisse des Follikels, sondern nur an ihr selbst erkannt.

Schottländer,[1] der in seiner ersten Arbeit bei chromatolytisch verändertem Epithel des Follikels auch eine abnorme Beschaffenheit oder ein Absterben der Eizelle, trotz dass dieselbe, wie theilweise aus seinen Ausführungen und Abbildungen hervorgeht, ganz normal sich verhielt, erschloss, kommt in seiner neuen Arbeit[2] dahin, dass für die Atresie Erkennungsmittel existiren. »Dieselben gründen sich auf die Beschaffenheit der Eizelle. Das Verhalten des Epithels ist nicht, wie ich seinerzeit annahm, unbedingt, wie auch a priori eigentlich wahrscheinlicher, nur bedingt verwerthbar — geht doch bei der Liquorbildung im unveränderten Follikel immer ein grosser Theil des Epithels zu Grunde.«

Ein Discus mit radiär gestellten Zellen kann auch bei entschieden abnormen Eiern auftreten; er ist daher kein charakteristischer Zustand in normalen Eizellen. Meinem Dafür-

---

[1] Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 37.

[2] Archiv für mikroskopische Anatomie. 41. Bd., S. 262.

halten nach sind die radiär gestellten Zellen des Discus, die durch die Zona hindurch protoplasmatische Ausläufer in das Eiprotoplasma entsenden, Nahrungsvermittler für die Eizelle. Hat die Eizelle ihre volle Entwicklung erreicht, oder ist sie dieser schon nahe, kommt sie bald zum Austritte aus dem Follikel, so braucht sie diese Zellen nicht mehr und sie können zu Grunde gehen. An normalen Eiern junger Entwicklungszustände habe ich immer einen schönen radiären Discus angetroffen, der in den späteren Stadien der Entwicklung einer theilweisen Auflösung entgegenging. Wollte man alle die Eizellen, wo kein radiärer Discus vorhanden, oder chromatolytische Veränderungen des Follikelepithels vorhanden sind, für abnorm halten, so wird man in den Eierstöcken vergeblich den Process einer normalen Eientwicklung suchen. Die Fig. 7, auf welche Flemming speciell wegen des Abseins eines radiären Discus verweist, ist eine Eizelle in dem vorgeschrittensten Stadium der Entwicklung, indem schon eine Spindel existirt, und diese Zelle dürfte bald zum Austritte aus dem Follikel gekommen sein, daher der vollkommene Discus nicht mehr nothwendig.

Gerlach[1] hat gezeigt, dass vor dem Bersten des Follikels in Folge einer allmäligen Zerstörung des Cumulus das Ei sammt seinem Epithel frei im Liquor folliculi schwimmen kann, und dass die Beschaffenheit des Cumulus eben zur Zeit des Eiaustrittes eine höchst verschiedene sein kann. Im Eileiter fand Gerlach häufig Eier, die nur von der Zona umschlossen waren, und ich habe an Eiern, die ganz im Anfangstheile der Tuba lagerten, dasselbe gefunden.

Die gemachten Erörterungen wollen nicht allen Angaben Flemming's widersprechen, da z. B. die Eizellen der Fig. 9 und 10 gewiss abnorme sind. Ich möchte nur betont haben, dass abnorme Verhältnisse an den Eizellen wohl fast in allen Fällen an diesen selbst in erster Linie zum Ausdrucke kommen.

Bevor ich den Abschnitt über die Veränderungen des Kernes während der Reifung der Eizelle verlasse, sei es

[1] Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Ovulationsvorganges der Säugethiere. Sitzungsbericht der phys.-med. Societät in Erlangen 1890.

gestattet, einige Bilder von Entwicklungsphasen des Kernes an der menschlichen Eizelle und des Rindes, über welche mir keine zusammenhängende Serie zu Gebote steht, zu geben. Die früher erwähnten Entwicklungserscheinungen am Kerne betrafen die Eizellen der Maus, welche an Eiern von Kaninchen, Meerschweinchen wiedergefunden wurden.

Im anatomischen Anzeiger 1891, Seite 551, habe ich vier Entwicklungszustände von vier menschlichen Eizellen beschrieben. Es mag nebenhin bemerkt werden, dass es schwer angeht, grössere Eierstöcke, z. B. des Menschen, tadellos in Serienschnitte zu legen. Bei grösseren Follikeln geht sehr leicht das Ei verloren; ausserdem würde man unendlich viele Schnitte benöthigen. Ich bin daher in folgender Weise vorgegangen.

Die Eierstöcke wurden noch lebenswarm in Sublimateisessig gelegt und darin 4—5 Tage belassen, um dann langsam in Alkohol gehärtet zu werden. Nun wurde mittelst eines scharfen Messers ein Schnitt durchs Ovarium geführt; dabei werden immer mehrere Follikel getroffen. Der geronnene Liquor wird durch Alkohol ausgeschwemmt und es bleibt die Membrana granulosa mit dem Discus oophorus an der Wand des Follikels haften. Der Discus macht sich als eine kleine Erhöhung erkenntlich; diese wird mit einer scharfen Scalpellspitze abgehoben und der weiteren Behandlung unterzogen. Diese Methode, so habe ich gefunden, ist bei grösseren Ovarien die einzig verlässliche, um unversehrte Eizellen zu erhalten, da die Eizellen im starren Discus proligerus gleichsam fixirt sind. Der Methode haftet der Fehler an, dass die Ausbeute an Eizellen leider eine sehr geringe ist, denn oftmals wird mit dem Herausschwemmen des Liquors auch der Discus und mit ihm das Ei aus dem Follikel entfernt, oder man kann den an der Wand sitzenden Discus von anderen Epithelhaufen weder mit freiem Auge, noch mit der Lupe unterscheiden. Disci, die jüngere Eier enthalten, erhält man leichter als solche mit älteren Eiern.

Auf Taf. III, Fig. 19 ist der Kern einer 78 μ langen, 76 μ breiten Eizelle (mit Tunica advent. gemessen 86 μ lang und 84 μ breit) aus einem 250 μ grossen Follikel aus dem Eierstock einer 42jährigen Frau abgebildet. Der Kern ist 28 μ lang, 24 μ

breit. Das Kernkörperchen 8 μ lang, 6 μ breit. Im chromatischen Netzwerk des Kernes, welcher in seinem ganzen Aussehen an das der entsprechenden Kerne der Eizellen des Mauseierstockes erinnert, sind fünf chromatische Ballen. Im excentrischen Kernkörperchen liegen 22 grössere und kleinere, leicht gefärbte Blasen; einige, und zwar die ganz kleinen, möchte ich wegen ihres Aussehens unter dem Mikroskope nicht als Schroen'sche Körner bezeichnen.

Fig. 20, Taf. III zeigt den Kern einer 80 μ langen und 60 μ breiten Eizelle (mit Tunica advent., 88 μ lang und 84 μ breit) aus einem 500 μ grossen Follikel des Eierstockes einer 42jährigen Frau. Der Kern ist 26 μ lang, 24 μ breit. Das Kernkörperchen 8 μ gross. Im chromatischen Netzwerke des Kernes liegen theils nahe demselben, theils nahe der Kernperipherie 12 chromatische Ballen. Im Kernkörperchen sieben grössere und kleinere Schroen'sche Kugeln. Im nächsten Schnitte ist das Kernkörperchen auch noch getroffen und enthält drei Körner.

Fig. 21, Taf. III stellt eine 76 μ lange, 68 μ breite Eizelle (mit Tunica oder 84 μ lang, 76 μ breit) aus einem 1 *cm* grossen Follikel des Eierstockes einer 42jährigen Frau dar. Der Kern ist 28 μ lang, 20 μ breit. Von einem chromatischen Kernnetze ist nichts mehr ausser einem kleinen Faden zu sehen. Das Kernkörperchen scheint noch in den letzten Resten erhalten zu sein; sonst sieht man im Kerne nichts als grössere und kleinere chromatische Kugeln.

Fig. 22*a* auf Taf. III zeigt eine Eizelle aus dem Eierstocke einer 39jährigen Frau; mit Tunica adv. ist sie 92 μ lang, 84 μ breit, ohne Tunica 92 μ lang, 84 μ breit. Der Kern ist 22 μ lang, 20 μ breit. Im Kerne, der auf zwei Schnitten getroffen ist (die nebenstehende Figur 22 *b* zeigt den Kern des zweiten Schnittes), ist von einem chromatischen Netzwerk oder Kernkörperchen nichts mehr zu sehen. Es finden sich nur grössere und kleinere chromatische Kugeln vor. Bemerkenswerth ist, dass der Zellleib in der Nähe des Kernes sich auf 4 μ von der Tunica adventitia abgehoben hat.

Fig. 23*a*, Taf. III, zeigt ganz ähnliche Verhältnisse wie vorhergehende Figur. Die mit der Tunica adventitia gemessene Ei-

zelle misst 94 μ und 84 μ, ohne 80 μ und 70 μ; sie stammt aus einem 1·6 *cm* grossen Follikel eines Eierstockes einer 42jährigen Frau. Der Kern (welcher in zwei Schnitten getroffen ist, die nebenstehende Figur 23 *b* gibt die Abbildung des Kernes vom nächsten Schnitte) ist 22 μ lang, 20 μ breit. Kein chromatisches Netz, kein Kernkörperchen, sondern 15 chromatische Kugeln im Kerne. In der Gegend des Kernes hat sich der Protoplasmaleib wie im vorhergehenden Falle von der Tunica adventitia zurückgezogen. In einer anderen Eizelle, welche nicht abgebildet ist, wird dasselbe angetroffen. Der Spaltraum scheint doch auf natürliche Verhältnisse begründet zu sein. Der Protoplasmaleib besteht aus einem inneren centralen, helleren und einem äusseren dunklen Theil; in beiden finden sich zerstreut chromatische Brocken. In der Nähe des Spaltraumes ist die Tunica adventitia von einem schiefen Canal durchsetzt, welchen ich als Mikropyle gedeutet habe; ich habe dieselbe wohl an keiner anderen menschlichen Eizelle angetroffen; es stellt aber auch diese Eizelle das von allen am meisten vorgeschrittene Stadium dar.

Fig. 24 auf Taf. III zeigt schliesslich die 84 μ grosse Eizelle (mit Tunica adv. 92 μ) aus einem kleinen Follikel des Rindes. Im Protoplasmaleib findet sich eine 16 μ lange, 12 μ breite Dotterkugel vor. In der Nähe des Kernes zeigt sich zwischen Tunica adv. und Zellleib ein Spaltraum, der an die der vorhergehenden erinnert und mit einer dotterähnlichen Masse erfüllt zu sein scheint.

Im Kerne liegen grössere und kleinere chromatische Kugeln und einige unregelmässige chromatische Körper. In der Nähe des Kernes werden im Zellleibe auch chromatische Kugeln angetroffen.

Obwohl die vorgeführten Bilder nur wenigen Entwicklungsstadien der menschlichen Eizelle entsprechen, so zeigt sich doch, dass in der Entwicklung der menschlichen Eizelle dieselben Vorgänge sich abzuspielen scheinen, wie dies früher an der Eizelle des Mauseierstockes beobachtet wurde. Zuerst findet sich im Kerne ein chromatisches Netz, ein grosses Kernkörperchen mit Schroen'schen Körnern vor; dann Auftreten von chromatischen Ballen im Kernnetze, Verminderung

der Zahl der Schroen'schen Körner im Kernkörperchen; später finden sich im Kerne statt des Kernnetzes und des Kernkörperchens nur chromatische Kugeln vor.

Was mit dem Kernnetze eigentlich geschieht, ist mir ebenso räthselhaft geblieben, wie bei den thierischen Eizellen; meiner Vermuthung nach stellt es, wie schon erwähnt, einen Ernährungsapparat für das Kernkörperchen dar, aus welchem sich die chromatischen Ballen entwickeln und es führt diesen noch später Substanzen zu.

b) Veränderungen am Zellleib.

Die hauptsächlichsten Veränderungen, welche der Zellleib während der Reifungsvorgänge erfährt, sind: Grössenzunahme und Ablagerung von deutoplasmatischen Elementen; diese Verhältnisse treten bei verschiedenen Thieren in verschiedenem Grade und in verschiedener Weise auf.

An den Ureiern ist der Bau des Zellleibes kaum zu ermitteln, erst bei ausgewachsenen Ureiern lässt sich wahrnehmen, dass er aus einer faserigen Masse besteht, welche in Schichten um den Kern gelagert ist; mit Sicherheit aber lässt sich die Structur auch da noch nicht ermitteln. In späteren Stadien der Entwicklung zeigt der Zellleib einen netzartigen Bau. Die einzelnen Fasern des Netzes scheinen aus aneinandergereihten kleinsten, glänzenden Kugeln zu bestehen; zwischen den Fasern, also im Maschenwerk des Netzes, ist Flüssigkeit angesammelt. Die Ablagerung von deutoplasmatischen Elementen ist bei den verschiedenen Thieren grossen Schwankungen unterworfen. Bei der Katze, Kaninchen und Meerschweinchen kommt es schon in den Eiern der Primordialfollikel zur Ablagerung von Dotterelementen in Form von kleineren oder grösseren Kugeln, welche an mit Flemming's Gemisch behandelten Präparaten sich tiefgrau bis schwarz färben. Romiti[1] erwähnt bereits diese Verhältnisse im Protoplasmaleibe der Eizellen junger Säugethiere und deutet die gefärbten Kugeln als Nebendotterelemente. Wie schon erwähnt wurde,

[1] Archiv für mikroskopische Anatomie. X. Bd., S. 201.

hat Loewenthal[1] die geschwärzten Kugeln auch in Ureiern angetroffen. Die weitere Angabe Loewenthal's, dass Zahl und Grösse dieser Körner sehr grossen Schwankungen unterworfen sein kann und dass man Eizellen findet, die anstatt mehrerer kleinerer, bloss zwei relativ starke Kugeln oder sogar eine einzige, der Grösse nach dem Keimbläschen nur wenig nachstehende Kugel enthalten, kann ich vollständig bestätigen.

Es mag hervorgehoben werden, dass Loewenthal ausdrücklich erwähnt, dass man durchaus nicht berechtigt ist, »die Eizellen, die von solchen Kügelchen infiltrirt sind, ohneweiters, wie Paladino es gethan hat, als in fettiger Degeneration begriffene zu bezeichnen; denn weder in der übrigen Portion des Eiinhaltes, noch im Keimbläschen ist in solchen Fällen eine deutliche Abnormität nachzuweisen.« Ich kann dieser Angabe Loewenthal's nur beistimmen.

Bei dem Mausei kommt es auch in späteren Stadien der Entwicklung nur zu einer spärlichen Ablagerung von deutoplasmatischen Elementen. In Primärfollikeln findet man fast regelmässig zwei homogen aussehende, rundliche Dotterelemente in der Nähe des Kernes liegen, welche bis in späte Entwicklungsstadien ihre Lage beibehalten. Meines Erachtens stellen diese zwei Dotterkugeln den Dotterkern dar. Der Dotterkern in den Eizellen der Säugethiere wurde von verschiedenen Autoren schon nachgewiesen; bei Eierstockseiern anderer Thiere als der Maus konnte ich ihn in vorgeschritteneren Entwicklungsstadien nicht mehr sehen. In einer reichhaltigen Arbeit von Henneguy[2] finden sich alle Literaturangaben sowie die Ergebnisse seiner ausgedehnten Untersuchung über den Dotterkern verzeichnet.

Ganz eigenthümlich sind die schon erwähnten, von Loewenthal entdeckten chromatophilen Körper im Zellleibe der Eier verschiedener Thiere. Ich habe dieselben in prachtvoller Weise in den verschiedensten Entwicklungsstadien der Mäuseeier (bis zur Bildung der Spindel) zerstreut im Dotter angetroffen. Sie unterscheiden sich bedeutend von den

---

[1] Internat. Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. VI. Bd., S. 110.

[2] Le corps vitellin de Balbiani dans l'œuf des vertébrés. Journal de l'anatomie et de la physiologie. Paris, 1893. S. 1—39.

deutoplasmatischen Elementen; letztere sind immer sehr gross, gering an Zahl, färben sich nicht besonders, sehen etwas matt aus, während die chromatophilen Körner relativ zahlreich sind, sich sehr stark färben, fast glänzen und erst mit Immersion ganz deutlich wahrgenommen werden. Ihre Bedeutung ist unbekannt.

c) Veränderungen an der Tunica adventitia.

Über die Veränderungen der Tunica adventitia vermag ich nur so viel zu sagen, dass sie mit dem Wachsthum des Eies an Grösse zunimmt und bei der Maus nicht sehr viel an Dicke gewinnt; daher sie selbst bei hochentwickelten Eiern relativ dünn ist. Nicht so sind aber die Verhältnisse z. B. beim Meerschweinchen, Kaninchen, Katze etc., wo die Tunica während des Wachsthums des Eies eine bedeutende Dickenzunahme erfährt. Bei älteren Mauseiern findet sich zwischen Tunica adventitia und dem eigentlichen Protoplasmaleibe ein heller Saum, der ganz an die Zona radiata beim Hühnerei erinnert. Aussen an der Tunica adventitia sitzen die Zellen der Corona radiata, welche ganz unzweifelhaft eine innige Verbindung mit derselben besitzen. Es ist ganz bestimmt, dass Fortsätze dieser Zellen die Tunica durchsetzen und mit dem Eiprotoplasma in unmittelbare Verbindung treten. Der helle Saum um den Protoplasmaleib ist nichts anderes als das Netzwerk der verzweigten Fortsätze der Zellen; er ist gleichzustellen der Zona radiata des Hühnereies. Ich verweise diesbezüglich auf die Angabe von Retzius.[1]

Nach Nagel befindet sich bei der menschlichen Eizelle zwischen Zona und Oberfläche des Eiprotoplasmas der von ihm benannte perivitelline Spaltraum. Ein perivitelliner Spaltraum existirt weder beim Menschen noch bei den Säugethieren; seine Stelle nimmt die Zona radiata, besser gesagt, der von Flemming und Retzius erwähnte Faserfilz ein, welcher oft sehr schwer zu sehen, aber bestimmt vorhanden ist.

---

[1] Die Intercellularbrücken des Eierstockes und der Follikelzellen, sowie über die Entwicklung der Zona pellucida. Verhandlungen der anat. Gesellschaft auf der dritten Versammlung in Berlin. Jena, 1889, S. 10.

Merkwürdig ist, dass an den frischen Eiern die Zona deutlich und schön radiär gestreift ist, an gehärteten Objecten jede Spur davon verloren gegangen ist; im Gegentheil, sie ist concentrisch gestreift.

Retzius[1] erwähnt, dass im Jahre 1882 Flemming die radiäre Streifung beim Kaninchen- und Mausei genau beschrieben hat und geneigt geworden ist, sie für geformte Intercellularstructuren zu halten, »also Brücken, welche aus der Substanz der Eizelle in die Follikelepithelzellen hinüberreichen.« Es wären also Protoplasmaverbindungen der Eizelle mit ihren Nachbarzellen. Flemming hat bei derselben Gelegenheit eine Figur der Brücke gegeben, sowie auch von dem perizonalen Netzwerke, welches er einen »dichten verschlungenen Faserfilz« nannte. Retzius kann die Darstellung Flemming's bestätigen.

2. Veränderungen am Follikel.

Die Follikelwand, die Membrana propria und das Follikelepithel stammen vom Stroma ovarii ab; ich verweise diesbezüglich auf das im Anfange dieser Arbeit und auf das in der Abhandlung über die Eizelle des Huhnes Mitgetheilte:

Schottländer[2] erwähnt, dass die Membrana propria wohl nicht nur ein Product des Eiepithels, sondern zum Theil, wenn nicht ausschliesslich, als innerste Thecaschicht anzusehen sei, deren Gewebe nach Untergang aller oder eines Theiles ihrer Zellen aufgequollen ist. »Die innerhalb der hellen Schicht gefundenen Zellen sind also weder Endothelien der Membrana propria, noch solche der Gefässe, sondern übrig gebliebene Theca der Bindegewebszellen.« Ich möchte der Auffassung Schottländer's, die Membrana propria als innerste Thecaschicht anzusehen, vollkommen beistimmen.

Über das Follikelepithel finden sich so zahlreiche Angaben (Flemming, Paladino, Nagel, Schottländer, Gerlach u. A.) in der Literatur vor, dass ich mich sehr kurz fassen werde. Auf die Angaben von Gerlach,[2] die ich bestätigen kann, sei besonders hingewiesen.

---

[1] L. c.

[2] Archiv für mikroskop. Anatomie. 41. Bd., S. 259.

Die Liquorbildung geschieht mittelst des chromatolytischen Processes und dieser führt nicht, wie angenommen wird, falls die Eizelle normal ist, zur Atresie des Follikels, und damit zur Vernichtung derselben. Der chromatolytische Process ist ein physiologischer Vorgang, der sich gewöhnlich zur Zeit der späteren Entwicklungszustände der Eizelle einstellt und als Reifeerscheinung des Follikels aufzufassen ist. Er kann auch etwas früher als gewöhnlich anheben oder später beginnen und dann umso stürmischer verlaufen und muss weder in dem einen noch in dem anderen Falle zur Atresie führen. Nicht entwicklungsfähige oder dem Untergange verfallene Eizellen zeigen in erster Linie Veränderungen an sich selbst. Es können normale Eizellen alle Stadien der Entwicklungszustände in ganz normaler Weise durchlaufen, selbst wenn sie einfach im Stroma ovarii liegen und um sie sich keine Membrana granulosa entwickelt hat, es also gar nicht zur Bildung eines Follikels gekommen ist. Freilich können solche Eizellen wegen des mangelnden Follikels, der für die Eizellen in einer Hinsicht einen Beförderungsapparat nach aussen darstellt, nicht aus dem Eierstock entfernt werden und müssen zu Grunde gehen. Abnorme Eizellen können anderseits in ganz normalen und später auch normal sich verhaltenden Follikeln liegen, und, was merkwürdig ist, solche abnorme Eizellen können ihnen ganz eigenthümliche Entwicklungsstadien durchlaufen und zur Reife und, wenn der normale Follikel platzt, nach aussen gelangen. Ich glaube, dass zum Theile darin, dass abnorme Eier in der Tuba zur Befruchtung gelangen, die Ursache für Missbildungen gefunden werden kann. (Nebenbei möchte ich erwähnen, dass in der Literatur sich Angaben vorfinden, dass Eier im Follikel einem Furchungsprocesse unterliegen können. Diese Angaben sind unrichtig, denn es handelt sich um Fälle, wo mehrere nackte Eizellen oder eine abnorme mit mehreren Kernen in einem Follikel liegen; im ersteren Falle täuschen die Grenzen zwischen ihnen Furchungslinien vor.)

In seiner ersten Arbeit hat Schottländer[1] die Angabe Flemming's, dass die chromatolytischen Veränderungen des

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie, 37. Band.

Follikelepithels zur Atresie des Follikels und damit zum Untergange der Eizelle führen, zu stützen gesucht; die meisten der dortigen Angaben sind nicht aufrecht zu halten. In seiner zweiten Arbeit erklärt Schottländer, dass das Epithel für die Atresie nicht, wie er seinerzeit annahm, unbedingt, »sondern wie auch a priori eigentlich wahrscheinlich nur bedingt verwerthbar ist,« und er kommt nun zu dem folgenden Schlusse:[1] »Die Follikelatresie, der Untergang ungeplatzter Follikel, ist bei Mensch und Säugethieren ein physiologischer Vorgang. Ihr Hauptkriterium liegt in der Beschaffenheit des Follikeleies. Der Zustand des Follikelepithels ist nur bedingt verwerthbar, da bei der Liquorbildung immer Epithel, und zwar in analoger Weise zu Grunde geht.« Ich stimme nun Schottländer vollständig bei. Für die Atresie eines Follikels ist in fast allen Fällen die Eizelle das Bestimmende; aber selbst abnorme Eizellen bergende Follikel müssen nicht atretisch werden; der chromatolytische Process des Follikelepithels führt nicht zur Atresie.

Es ist seit langer Zeit eine viel verbreitete Ansicht, dass eine relativ grosse Anzahl Eier im Eierstocke zu Grunde gehen muss und dass nur relativ wenige Eier zur Ausstossung gelangen. Man ist zu dieser Ansicht gelangt, weil man bei Untersuchung verschiedener Eierstöcke vielfach zu Grunde gehende Eizellen und Follikel gefunden hat, und weiterhin berechnete, dass es gar nicht nothwendig oder möglich sei, dass alle im Eierstocke vorhandenen Eier zur Befruchtung gelangen. Der Überschuss von im Eierstock vorhandenen Eiern gehe, weil nicht nothwendig, daher schon im Eierstocke zu Grunde, und es kommen relativ nur wenige durch den Ovulationsprocess in die Tuben. Ich bin zur entgegengesetzten Ansicht gekommen. Es gehen im Eierstock von Eiern so wenig als nur möglich und diese im Kampfe ums Dasein zu Grunde; die Tendenz der Natur ist dahin gerichtet, so viele Eier als nur möglich zur Reifung zu bringen und der Befruchtung entgegenzuführen.

Untersucht man das Verhältniss der Gesammtzahl normaler und abnormaler Eizellen und Follikeln in einem Eierstocke, so wird man finden, dass die Zahl der letzteren im Vergleiche zu ersteren eine verschwindend kleine genannt werden muss.

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie. 41. Bd., S. 289.

Freilich müssen die Begriffe normal und abnorm zuerst festgestellt sein. Betrachtet man Follikel mit chromatolytischen Veränderungen als abnorme, dann würde freilich das Verhältniss ein umgekehrtes sein, und da jene Follikel, bei welchen die chromatolytische Veränderung des Epithels wegen geringeren Reifezustandes noch nicht eingetreten ist, sie dieselbe aber später zeigen, dann auch als abnorme hinzustellen wären, so käme es dahin, dass im Eierstocke überhaupt keine Eizelle den vollen Reifungszustand erreicht, sondern alle zu Grunde gehen.

Den von den Autoren angestellten Berechnungen, welche den nothwendigen massenhaften Untergang von Eizellen im Eierstock beweisen sollten, kann man nicht beistimmen. Es sei diesbezüglich aus der reichhaltigen Literatur nur Weniges erwähnt.

Grohe[1] scheint mir einer der Ersten gewesen zu sein, welcher auf Grund von Berechnungen ein massenhaftes zu Grunde gehen von Eiern im Eierstock verlangt. Er sagt: »Ich habe in dem Obigen nachzuweisen gesucht, dass in den Ovarien von neugeborenen Kindern, in derselben Weise, wie dies durch zahlreiche Beobachtungen bei Thieren constatirt ist, viele Tausende von Eikapseln sich vorfinden, welche die wesentlichen Bestandtheile des Eies, das Keimbläschen, den Keimfleck und die Dotteranlage in vollkommener Weise erkennen lassen. Es ist damit aber auch der zweifellose Nachweis geliefert, dass nur ein sehr kleiner Theil dieser Eikapseln oder Primordialfollikeln zur Reife gelangt, dass dagegen der grösste Theil entweder auf einer niederen Stufe der Fortbildung oder in dem Zustande, wie er sich in dem ersten Lebensjahre vorfindet, verharrt und zu Grunde geht. Wenn man die Zeit, innerhalb deren der Ovulationsprocess seinen regelmässigen Ablauf nimmt, auf 30 Jahre festsetzt, vom 15. bis zum 45. Lebensjahr, so würden, wenn bei jeder Menstruation ein Follikel reift und das Eichen ausgestossen wird, in dieser Zeit 360 Eikapseln verbraucht werden. Nimmt man mit Rücksicht auf eine gleichzeitige Reifung mehrerer Follikel die Durchschnittszahl 400 an,

[1] Virchow's Archiv, 1863. 26. Bd., S. 296.

so würden, wenn in jedem Eierstock 2000 Eikapseln angenommen werden — eine Zahl, die dem thatsächlichen Befunde gegenüber sicher als zu klein bezeichnet werden muss — 3600 Eikapseln zu Verlust kommen. Auch diese Zahl muss als zu klein betrachtet werden, da nur selten ein so regelmässiger Ovulationsvorgang existiren dürfte, obgleich er als den normalen Verhältnissen entsprechend a priori angenommen werden muss.«

Waldeyer[1] sagt: »Unternimmt man ausserdem den Versuch, die Zahl der Follikel zu schätzen, so gelangt man zu Zahlen (Henle gibt für ein Ovarium 36.000 an und ich kann dies nach meinem Befunde für nicht zu hoch gegriffen erklären), die auch für ein zeugungsfähiges Alter, wie das unserer biblischen Erzmutter, vollkommen ausreichen würden, wenn wir annehmen, was ja durch die Erfahrung bestätigt wird, dass bei jeder Menstruation gewöhnlich nur 1—3 Eier gelöst werden. Man darf also schon a priori schliessen, dass unter unseren modernen Verhältnissen die grösste Zahl der Eier abortiv im Ovarium selbst zu Grunde geht.«

Beigel[2] führt an: »Von den 100.000 Eiern, welche wir in den Ovarien in Kindern und jungen Frauen antreffen, geht ein sehr grosser Theil abortiv zu Grunde, d. h. sie schreiten in der Entwicklung entweder nur bis zu einem gewissen Grade der Reifung vor und werden sodann dem retrograden Processe unterworfen, oder sie gedeihen bis zur höchsten Reife, bersten aber, da sie der Peripherie zu fern lagern, nicht, und sind sodann gleichfalls gezwungen zu degeneriren.« Zur Ansicht Beigel's passt aber seine weitere (S. 112) Auseinandersetzung nicht: »Die massenhafte, scheinbar verschwenderische Aufspeicherung von Bildungsmateriale, wofür es im Bereiche des thierischen Organismus kein Analogon gibt, war nöthig, um bei den menschlichen Weibchen den Eintritt der Conception zu jeder Zeit zu sichern, zu welchem Zwecke, meiner Auffassung nach, befruchtungsfähige Ovula beständig auf der Wanderung begriffen sind, und wenn sie mit dem Sperma in Contact gerathen, befruchtet werden.«

---

[1] Eierstock und Ei. S. 28.

[2] Archiv für Gynäkologie. 13. Bd., 1878.

Schottländer[1] sagt: »Wie schon früher mehrfach hervorgehoben worden ist, lässt eine einfache Überlegung und Berechnung erkennen, dass eine relativ grosse Reihe von Eiern im Eierstock zu Grunde gehen muss; denn der in späteren Zeiten gegenüber der geschlechtsreifen Periode zu constatirende Ausfall an Eiern wird bei Weitem nicht durch die bei der Ovulation ausgestossene Anzahl gedeckt, hinsichtlich deren man in den wahren und falschen gelben Körpern sichere Anhaltspunkte besitzt. Hermann[2] äussert sich: »Wir müssen unter dem Gesichtspunkte, dass von 72.000 von Henle berechneten Eiern, welche die menschlichen Ovarien bergen, nur etwa 400 zur Reife kommen, annehmen, dass unter normalen Verhältnissen sehr ausgiebige Rückbildungsvorgänge sich in dem Ovarialgewebe abspielen müssen, und zwar dürfen wir von vorneherein erwarten, dass dieselben gerade sich auf die kleineren im Wachsen begriffenen Eifollikel erstrecken werden, indem dieselben durch die Nachbarschaft am leichtesten unter ungünstige Ernährungsbedingungen gesetzt werden, und so zu Grunde gehen können. Wir haben jedenfalls diesen Vorgang als einen rein physiologischen zu betrachten, wobei jedoch nicht geleugnet werden darf, dass eventuell die Atresie eines Eifollikels Veranlassung zu pathologischen Verhältnissen geben kann.«

Ich glaube nicht, dass man auf Grund von Berechnungen so weitgehende Schlüsse ziehen darf. Es ist ja gar nicht ausgemacht, dass der Ovulationsprocess nur zur Zeit der Menstruation stattfindet; es kann ja sein, wie es die Ansicht vieler Autoren ist, dass derselbe ein continuirlicher ist und dass der Ovulationsprocess sich auf einen grösseren Zeitraum erstrecken kann, als gewöhnlich angenommen wird. Es wird nicht berücksichtigt, dass die Eier, welche aus dem Ovarium getreten sind, vielfachen Gefahren ausgesetzt sind, dem Untergange aus dieser oder jener Ursache entgegengeführt werden können. Wenn Schottländer anführt, dass der in späteren Zeiten gegenüber der geschlechtsreifen Periode zu deckende Ausfall

---

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie. 37. Bd.

[2] Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. I. Bd., S. 210.

an Eiern bei Weitem nicht durch die bei der Ovulation ausgestossene Anzahl gedeckt wird, hinsichtlich deren man in den wahren und falschen gelben Körpern sichere Anhaltspunkte besitzt, so kann diesem nicht beigestimmt werden; denn man wird nie in einem Eierstocke so viele wahre und falsche gelbe Körper finden, als von ihm nach kürzerer oder längerer Function reife Eier ausgestossen wurden, denn wahre und falsche gelbe Körper bilden sich schliesslich zurück, es bleibt an ihrer Stelle nichts als eine Narbe im Stroma des Ovariums, welche endlich auch verschwindet, besser gesagt, deren bindegewebige Elemente späterhin vom übrigen Bindegewebe des Eierstockes meist schwer oder gar nicht unterschieden werden können. Die Zahl der in einem Eierstocke vorfindlichen Körper, welche in den verschiedensten Stadien der Rückbildung angetroffen werden, zeigt nur die Zahl der in der letzten Zeit aus dem Eierstocke ausgestossenen Eizellen an; niemals kann aus ihrer Zahl erschlossen werden, wie viele Eier der betreffende Eierstock insgesammt ausgestossen hat.

Warum sollen von einem solchen enormen Zerstörungsprocesse innerhalb der Geschlechtsdrüsen nur die weiblichen Geschlechtszellen befallen werden? Abgesehen davon, dass in neuerer Zeit auch ein Zerstörungsprocess der männlichen Geschlechtszellen in den Geschlechtsdrüsen angenommen wird, wären ja so viele Spermatozoiden, als während der Geschlechtsperiode producirt werden, nicht nothwendig, da für 400 Eizellen nur 400 Samenfäden nöthig wären; bei jeder Ejaculation aber wird ein Vielfaches von 400 entfernt und die Gesammtzahl der während der Zeugungsfähigkeit ausgestossenen Spermatozoiden ist eine unschätzbare. Hier nimmt man mit Recht an, dass dies letztere unbedingt nothwendig ist, da die Befruchtung von vielen Zufälligkeiten abhängt und die Erhaltung der Art gesichert sein muss. Warum soll aber in dieser Hinsicht für die weibliche Geschlechtszelle eine Ausnahme walten? Von männlichen und weiblichen Geschlechtszellen producirt der Organismus so viele als nur möglich, um die Erhaltung der Art zu sichern und diese Menge ist das gerade nothwendige Minimum.

Eine einfache Überlegung und Berechnung lässt erkennen, dass die Tendenz der Natur im Interesse der Erhaltung der Art

dahin gerichtet ist, so viele Eier als nur möglich zur vollen Reife zu bringen und einer Befruchtung entgegenzuführen. Überall in der Natur spielt dieses wichtigste Gesetz die grösste Rolle, und soll es beim Menschen und dem Säugethiere anders sein? Ich erlaube mir in dieser Hinsicht auf die Ausführungen Weismann's in seinem Vortrage: »Über Leben und Tod« zu verweisen.

Würde es richtig sein, dass eine »relativ grosse Reihe von Eiern abortiv im Eierstock zu Grunde gehen muss«, so wäre bei der relativ geringen Anzahl von Eiern, die dann den Eierstock reif verlassen, die Erhaltung der Art sehr in Frage gestellt. Es sei gestattet anzuführen, dass allein schon die Befruchtung der Eizelle durch die Samenzelle grösstentheils dem Zufalle preisgegeben ist. Bischoff[1] sagt: »Ei und Samen sind durchaus selbständige Producte der älteren Organismen. Ihr Begegnen und Befruchtung des Eies sind dadurch, obwohl für die Erhaltung der Gattung nothwendige, doch an sich ganz zufällige Ereignisse, wie dies denn auch in der sonstigen organischen Natur so oft ganz deutlich ersichtlich ist.

So geht also oft die Ovulation vorüber, ohne ihren Zweck, Empfängniss, zu erreichen. Und wenn die Menstruation, wie Bischoff weiter erörtert, das vollkommene Analogon der Brunst der Thiere, bei welcher zweifellos die Ovulation erfolgt, darstellt, so wird durch die vierwöchentliche Wiederkehr der Menstruation vorgesorgt, indem sie beim Menschen reichlichere Gelegenheit für die Conception gibt. Der Gefahren für die aus dem Eierstock ausgestossenen Eizellen, so dass sie gar nicht zur Befruchtung gelangen, gibt es viele und viele; eine grosse Anzahl geht, so lehrt die Erfahrung, aus dieser oder jener Ursache, ohne befruchtet zu werden, zu Grunde. Mit der Befruchtung der Eizelle ist die intrauterine Entwicklung des Individuums nicht vollends gesichert, während aller Stadien des intrauterinen Lebens ist es den Zerstörungen preisgegeben. His[2] erwähnt, dass sich für die Zeugungstheorie, wie für die Praxis die höchst bedeutsame Thatsache ergibt, dass ein nicht

[1] Beweis der von der Begattung unabhängigen periodischen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen als der ersten Bedingung ihrer Fortpflanzung. Giessen 1849, S. 39.

[2] Anatomie menschlicher Embryonen, II. Bd., Leipzig 1882, S. 15.

geringer Bruchtheil der erzeugten Geschöpfe schon in ihrer ersten Anlage verfehlt ist, und damit unfähig ist, das Entwicklungsziel zu erreichen. Von 31 Früchten waren 19 gesund, 12 Missbildungen.

Eine Berechnung der Zerstörungsziffer durch die beiden angeführten Momente allein lässt sich auch nicht annähernd ermitteln. Berücksichtigt man noch die extrauterine Zerstörung, so genügt dies allein, um zu dem Schlusse zu kommen, dass für die Erhaltung der Art es unbedingt nothwendig ist, dass die Eierstöcke so viele Geschlechtszellen produciren und zur vollen Reife gelangen lassen, als nur möglich, und dass diese grösste Zahl das für die Erhaltung der Art gerade nothwendige Minimum ist.

Ich glaube, von allen Autoren, ist es nur Nagel, der in dieser Frage denselben Standpunkt, wie ich, einnimmt. Nagel[1] sagt: »Es würde allen sonstigen Erfahrungen widersprechen, dass die Ovarien des Menschen dermassen zur Degeneration neigen sollten. Überall im Naturreiche finden wir, dass mit der grössten Freigebigkeit für die Fortpflanzungsfähigkeit gesorgt wird. An dem Erhalten des Einzelindividuums ist der Natur nichts gelegen, sondern nur an dem Erhalten der Art. Es ist dies ein Gesetz, welches man, lange vordem es durch die Forschungen dieses Jahrhunderts bewiesen wurde, geahnt hat.«

Am Schlusse dieser Arbeit erlaube ich mir noch zwei Angaben in Kürze zu bringen.

1. Bekanntlich werden von den verschiedenen Autoren die Ovarien der Säuger in der Weise beschrieben, dass sie aus zwei, mehr oder weniger abgegrenzten, in ihren Grössenverhältnissen schwankenden Theilen bestehen. Eine äussere Schichte ist die Corticalschichte, sie enthält die Graaf'schen Follikel und ist vom Ovarialepithel überzogen; die andere ist die Medullarschichte, welche sehr gefässreich ist, die Markstränge und keine Follikel aufweist.

Es hat schon Mac Leod,[2] bei welchem Autor die diesbezügliche Literatur verzeichnet ist, aufmerksam gemacht, dass

---

[1] Archiv für Gynäkologie, 1887, 31. Bd., S. 332.

[2] Archives de Biologie, tome I, 1880.

die Grössenausdehnungen dieser zwei Antheile des Ovariums Schwankungen unterworfen sind und dass dieselben mit den verschiedenen Jahreszeiten wechseln.

Bei meinen Untersuchungen fand ich, dass bei jungen Thieren der Eierstock in seiner Hauptmasse aus der Medullarschichte besteht, welche einen ganz dünnen Überzug von der Corticalis besitzt. Mit der Entwicklung der Graaf'schen Follikel wird die Corticalis immer mächtiger und sie beginnt auch in die Medullarschichte hineinzuwachsen. Je nach dem Entwicklungszustande schwankt also das Grössenverhältniss zwischen Corticalis und Medullaris. An Eierstöcken älterer Thiere, und das ist wieder verschieden bei verschiedenen Thieren, ist fast immer die Medullaris klein im Gegensatze zur mächtigen Corticalis. Die Durchwachsung der Medullaris durch die Corticalis geschieht oft so, dass Inseln der Medullaris, vom Mutterherde abgelöst, in der Corticalis zwischen die Follikel zu liegen kommen.

Dieser Befund wird nicht nur bei Säugethierovarien, sondern auch im Eierstock des Huhnes angetroffen.

Woraus besteht die Medullaris oder was sind die Markstränge, welche bei verschiedenen Thieren sich verschieden verhalten? Untersucht man die Anordnung der Markstränge und deren zellige Elemente und vergleicht sie mit der Nebennierenrinde des betreffenden Thieres, so findet man vollkommene Übereinstimmung. Die Medullarschichte, beziehungsweise die dieselbe aufbauenden Markstränge sind nichts Anderes als Rindensubstanz der Nebenniere.

Der Eierstock der Säuger und Vögel ist daher ein zusammengesetztes Organ, welches aus dem Stroma ovarii, der Follikelschicht mit dem Ovarialepithel, also dem Eierstock im eigentlichen Sinne des Wortes, und aus Nebennierenrindensubstanz besteht.

Bei ganz jungen Thieren besteht das Organ, welches mit dem Namen Eierstock bezeichnet wird, in der Hauptsache aus Nebennierenrindensubstanz, welche von einem Epithel (Ovarialepithel) überzogen wird, welches das Keimlager für die Eizellen darstellt. Über die Beziehungen der Nebenniere zu den Ge-

schlechtsorganen sei auf die Arbeiten von His,[1] Waldeyer,[2] Mihalkovics,[3] Weldon,[4] Brandt[5] u. A. verwiesen.

2. Unter den abnormen Eizellen, welche in einem jeden Ovarium angetroffen werden, fand ich als die häufigste Abnormität, die, dass statt des Kernes ein Krystall oder vielleicht besser gesagt ein krystallähnlicher Körper vorhanden ist. Auf Taf. II, Fig. 26 gebe ich eine Abbildung, wo in einer Zelle zwei solche Krystalle sich befinden. Nach Analogien zu schliessen, handelt es sich hier um eine Zelle mit zwei Kernen. Es wurde angegeben, dass der Krystall an Stelle des Kernes angetroffen wurde; dies glaube ich deswegen aussagen zu können, weil in solchen Zellen, wo ein Krystall vorfindlich, derselbe die Stelle des Kernes einnimmt und von einem Kerne nichts gefunden wurde. Sehr eigenthümlich ist, dass sich der Krystall immer sehr intensiv mit denselben Mitteln färbt, welche die chromatische Substanz des Kernes anderer Eizellen annimmt. Bei den verschiedenen Behandlungen der Objecte verhält er sich immer in gleicher Weise wie die chromatische Substanz, so dass man an krystallisirtes Chromatin denken möchte; natürlich wäre aber zu untersuchen, bevor ein solcher Ausspruch gerechtfertigt, ob man es wirklich mit einem Krystall zu thun hat, ob keine Pseudomorphose vorliegt und die Substanz wirklich aus Chromatin besteht.

Das Vorkommen des beschriebenen Körpers in abnormen Eizellen ist schon seit Langem bekannt. Wagener[6] erwähnt, dass statt des Keimfleckes im Innern des Keimbläschens eine kleine Ansammlung von eckigen, glänzenden Scherben oder einer radiär gestreiften Kugel (kohlensaure Salze enthaltende Krystalldruse), in den der Vernichtung anheimgefallenen Zellen

[1] Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes, Leipzig 1868.

[2] Eierstock und Ei, Leipzig 1870.

[3] Untersuchungen über die Entwicklung der Harn- und Geschlechtsapparate der Amnioten. Internat. Monatsschrift für Anat. und Histol., 1885.

[4] On the suprarenal Bodies of Vertebrata. Quart. Journ. of Mikroskop. Sc., 1885.

[5] Biologisches Centralblatt, IX. Bd., S. 522.

[6] Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1879.

gefunden werden kann. Einmal habe ich gesehen, leider kann ich den betreffenden Schnitt nicht mehr finden, dass das Kernkörperchen von gleich geformten kleinsten Krystallen dicht erfüllt war.

Nachschrift. Auf die während des Druckes dieser Arbeit erschienenen Abhandlungen von V. Häcker (Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen, Archiv für mikroskopische Anatomie 41. Band, 3. Heft) und Janosik (L'atrophie des follicules et conduite étrange de l'ovule und Sur la structure de l'oeuf des mammifères, Bibliographie anatomique N. 3, 1re année, Paris und Nancy) konnte nicht mehr eingegangen werden.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I — III.

Fig. 1. Ausgewachsene Ureizelle aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Grösse der Zelle 11 und 12 μ in den längsten Durchmessern. Kern 9 und 8 μ, Kernkörperchen 2 μ gross. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 2. Kern einer 36 μ langen, 20 μ breiten Eizelle aus einem 50 μ langen, 24 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Länge des Kernes 14 μ, Breite 12 μ. Grösse des Kernkörperchens beiläufig 4 μ. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 3. Kern einer 50 μ langen, 50 μ breiten Eizelle aus einem 94 μ langen, 90 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke einer weissen Maus (Hermann's Gemisch, Cochenillealaun Csokor). Kern 22 μ lang, 20 μ breit. Kernkörperchen 6 μ. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 4. Kern einer 50 μ langen, 42 μ breiten Eizelle aus einem 100 μ langen, 70 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Kernkörperchen 5 μ gross. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 5. Kern einer 56 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 96 μ langen, 90 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Kern 20 μ lang, 18 μ breit. Kernkörperchen 8 μ gross. Zeiss 2·0 homo ene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 6. Kern einer 56 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 110 μ grossen, 90 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Kern 20 μ lang, 16 μ breit. Kernkörperchen 8 μ. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 7. Kern einer 56 μ langen, 48 μ breiten Eizelle aus einem 180 μ langen, 120 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor), Kern 18 μ lang, 16 μ breit. Kernkörperchen 8 μ. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 8. Kern einer 72 μ langen, 58 μ breiten Eizelle aus einem 208 μ langen, 184 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Hermann's Gemisch, Boraxcarmin). Kern 24 μ lang, 22 μ breit. Kernkörperchen 8 μ lang, 6 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 9. Kern einer 60 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 248 μ langen, 200 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Kern 20 μ lang, 16 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 10*a* und 10*b*. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte des Kernes einer 56 μ langen, 48 μ breiten Eizelle aus einem 100 μ langen, 80 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Kern 16 μ gross.

Fig. 11. Segment einer 64 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus dem Eierstocke der grauen Maus (Hermann's Gemisch, Cochenillealaun Csokor). Der Haufen chromatischer Körper ist circa 10 μ lang, 8 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 12 *a* und 12 *b*. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte (Segmente) einer 50 μ langen, 42 μ breiten Eizelle aus einem 150 μ langen, 130 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 13. Segment einer 60 μ langen, 52 μ breiten Eizelle aus einem 320 μ langen, 288 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Der Haufe chromatischer Substanz circa 10 μ lang, 6 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 14. Segment einer runden, 44 μ grossen Eizelle aus einem 160 μ langen, 130 μ breiten Follikel aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Kernrest 20 μ lang, 10 μ hoch. Chromatische Haufen 6 μ lang, 4 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion. Compensationsocular 18.

Fig. 15. Segment einer 60 μ langen, 40 μ breiten Eizelle aus einem 148 μ langen, 140 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Kernrest 16 μ lang, 12 μ breit. Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 16. Eine 56 μ lange, 48 μ breite Eizelle aus einem 160 μ langen, 144 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun). Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 17. Eizelle 52 μ, Durchmesser aus einem 220 μ langen, 200 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Hermann's Gemisch, Boraxcarmin). Kernrest 20 μ lang, 12 μ breit. Spindel 12 μ lang. Zeiss 2·0 homogene Immersion. Compensationsocular 12.

Fig. 18. Eizelle 56 μ lang, 54 μ breit, aus einem 280 μ langen, 240 μ breiten Follikel des Eierstockes der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun Csokor). Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 19. Aus dem Eierstocke einer 42jährigen Frau. Follikel circa 250 μ gross. Eizelle mit Tunica adventitia 86 μ und 84 μ im Durchmesser, ohne Tunica adventitia 78 μ und 76 μ. Kern 28 μ lang, 24 μ breit. Kernkörperchen leicht oval, 8 μ und 6 μ im Durchmesser (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 20. Aus dem Eierstocke einer 42jährigen Frau. Follikel 0·5 *cm*. Eizelle mit Tunica adventitia 88 μ und 84 μ im Durchmesser, ohne Tunica adventitia 80 μ und 76 μ. Kern 26 μ und 24 μ. Kernkörperchen 8 μ (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18.

Fig. 21. Aus dem Eierstocke einer 42jährigen Frau. Follikel circa 1 *cm* im Durchmesser. Eizelle mit Tunica adventitia 84 μ und 76 μ. Ohne Tunica 76 μ und 68 μ. Kern 28 μ lang, 20 μ breit. Kernkörperchen 8 μ lang, 6 μ breit (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Zeiss Objectiv 4·0, Compensationsocular 8.

Fig. 22. Aus dem Eierstocke einer 39 Jahre alten Frau. Follikel 7 *mm* gross. Sublimat-Eisessig (Boraxcarmin). Eizelle mit Tunica adventitia 92 μ und 84 μ. Tunica adventitia 4 μ. Kern 23 μ und 20 μ. Zeiss Objectiv 4·0, Compensationsocular 8.

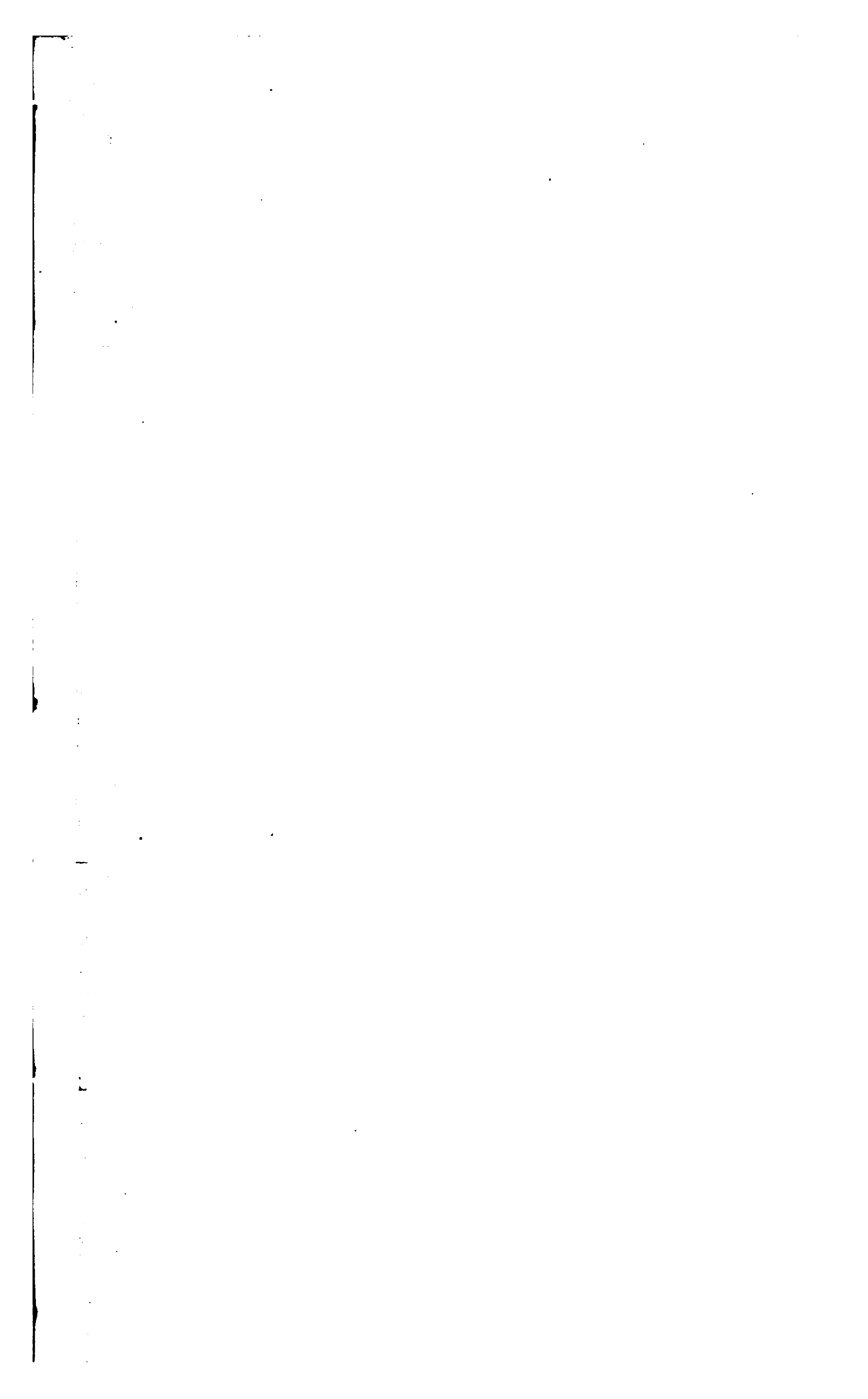
Fig. 23. Aus dem Eierstocke einer 42jährigen Frau. Follikel 1·6 *cm* gross. Eizelle mit Tunica adventitia 94 μ lang, 84 μ breit; ohne Tunica adventitia 80 μ und 70 μ. Kern 22 μ und 20 μ (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin). Zeiss 4·0 Object, Compensationsocular 8.

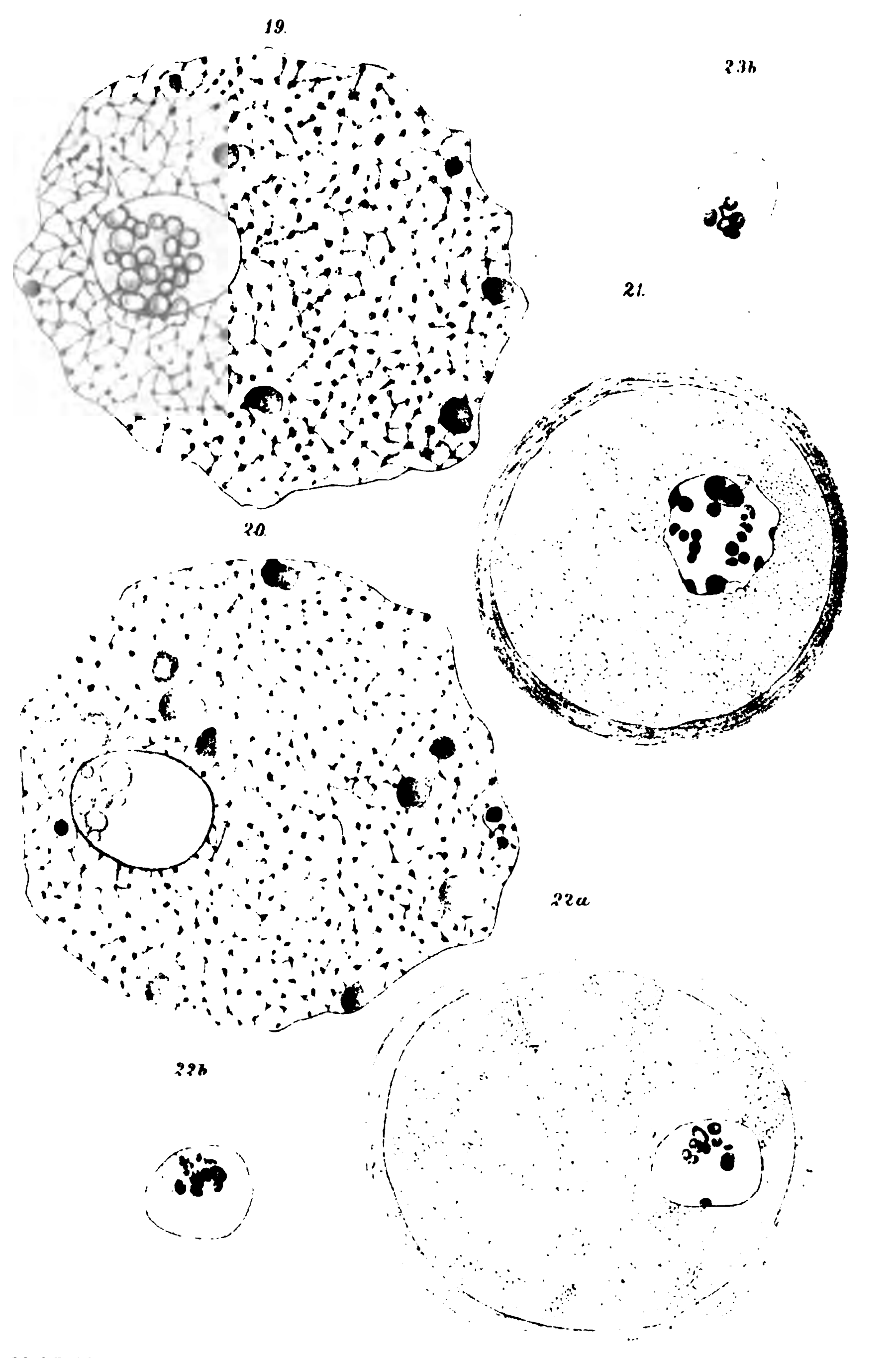
Fig. 24. Ei aus einem kleinen Follikel des Eierstockes des Rindes. Eizelle mit Tunica 92 μ, ohne Tunica 84 μ im Durchmesser. Kern 24 μ und 20 μ (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun). Zeiss 4·0 *mm* Objectiv, Compensationsocular 8.

Fig. 25 *a*. Keimbläschen eines 20 *mm* grossen Eies aus dem Eierstocke des Hühnchens. Keimbläschen 296 μ lang, 128 μ hoch. Das chromatische Fadenwerk liegt excentrisch und nimmt einen 24 μ langen, 16 μ breiten Raum ein (Flemming's Gemisch, Boraxcarmin). Zeiss Objectiv 4·0, Compensationsocular 8.

M.







Med. Dr. d. Wischnak del.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Fig. 25 *b*. Das chromatische Fadenwerk des Keimbläschens mit Zeiss 2·0 homogene Immersion, Compensationsocular 18 gezeichnet.

Fig. 26. Eizelle mit zwei gefärbten Krystallen an Stelle je eines Kernes; aus dem Eierstocke der grauen Maus (Sublimat-Eisessig, Cochenillealaun). Follikel 160 μ und 112 μ. Eizelle 56 μ und 40 μ. Länge der Krystalle 12 μ, grösste Breile 4 μ. Zeiss Objectiv 4·0 *mm*, Compensationsocular 4.

XVI. SITZUNG VOM 15. JUNI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Das k. u. k. Reichs-Finanz-Ministerium übermittelt ein Exemplar des von der Landesregierung für Bosnien und die Hercegovina in Sarajevo autographisch hergestellten Werkes: »Meteorologische Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien und der Hercegovina 1892«.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. J. Wiesner überreicht eine von Prof. Dr. Hans Molisch in Graz ausgeführte Arbeit: »Zur Physiologie des Pollens, mit besonderer Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Arbeit, betitelt: »Neue Beobachtungen über Bindungswechsel bei Phenolen. VIII. Abhandlung. Die Constitution des Teträthylphloroglucins«, von J. Herzig und S. Zeisel.

XVII. SITZUNG VOM 22. JUNI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt die erschienenen Hefte, und zwar Heft I—III (Jänner—März 1893), Abtheilung I und Heft III und IV (März und April 1893), Abtheilung II. a des 102. Bandes der Sitzungsberichte, ferner Heft V (Mai 1893) des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie, vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang übersendet eine Abhandlung von Herrn Victor Schumann in Leipzig: »Über die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen.« (I. Theil.)

Das c. M. Herr Prof. H. Weidel übersendet zwei im I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeiten.

1. »Über Protocatechualdehyd und dessen Überführung in Piperonal«, von Dr. R. Wegscheider.

2. »Über Amidoderivate des Phloroglucins«, von Jacques Pollak.

Das c. M. Herr Prof. Zd. H. Skraup in Graz übersendet eine im chemischen Institute der k. k. Universität in Graz von Herrn R. v. Bucher ausgeführte Untersuchung: »Über das Chitenin«.

Herr Intendant Hofrath F. Ritter v. Hauer überreicht eine Abhandlung von Prof. Dr. J. N. Woldřich in Wien unter dem

Titel: »Reste diluvialer Faunen und des Menschen aus dem Waldviertel Niederösterreichs, in den Sammlungen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums.«

Das w. M. Herr Hofrath Director J. Hann überreicht eine Abhandlung des Herrn Ed. Mazelle, Adjunct des k. k. astronomisch-meteorologischen Observatoriums in Triest, betitelt: »Der jährliche und tägliche Gang und die Veränderlichkeit der Lufttemperatur in Triest«.

SITZUNGSBERICHTE

DER

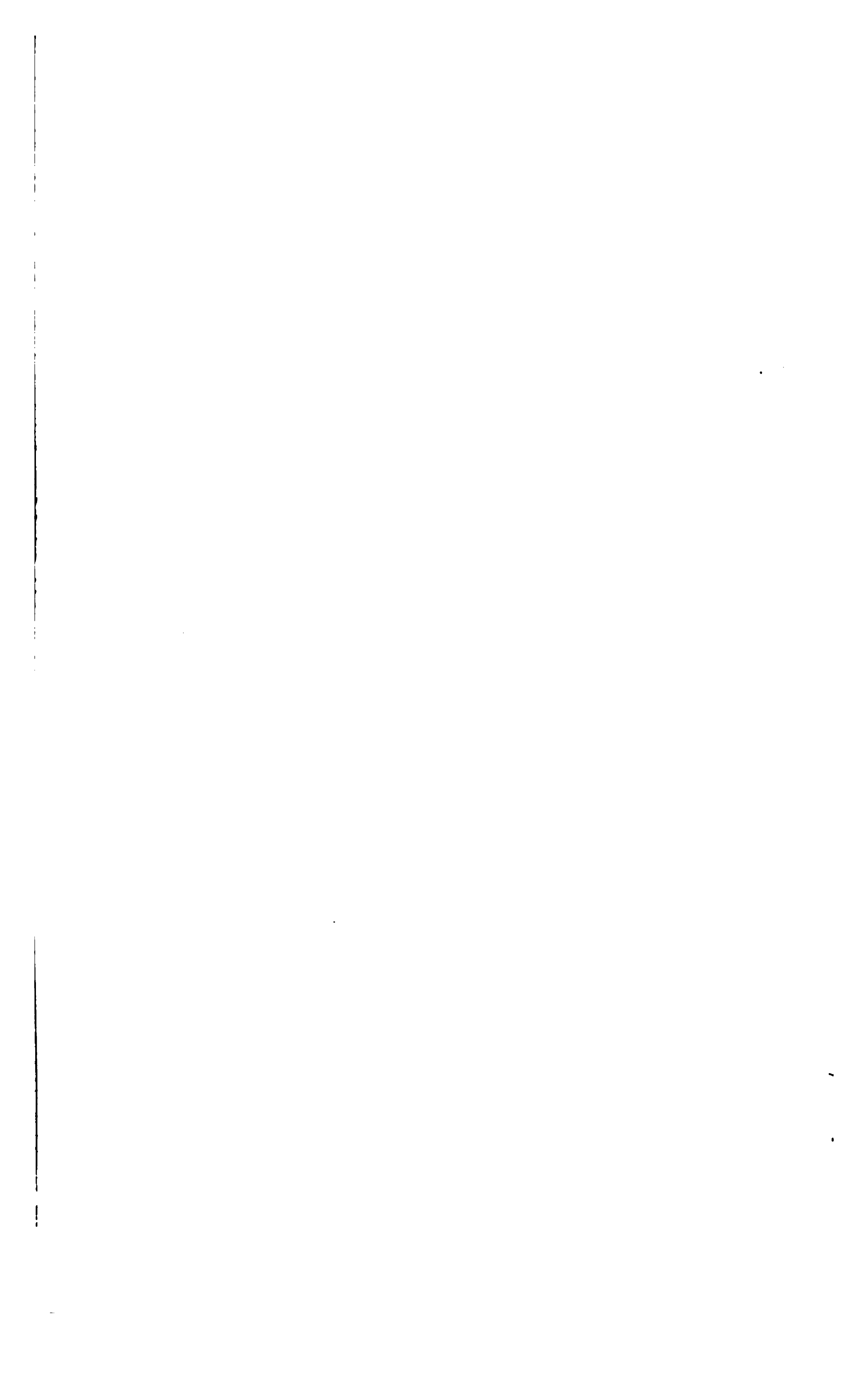
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. VII. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.



XVIII. SITZUNG VOM 6. JULI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Der Secretär legt das erschienene Heft III und IV (März und April 1893) des 102. Bandes der Abtheilung II. b der Sitzungsberichte vor.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der oberösterreichischen Statthalterei vorgelegten Tabellen und graphischen Darstellungen über die Eisbildung auf der Donau während des Winters 1892/93 in den Pegelstationen Aschach, Linz und Grein.

Ferner übermittelt das k. k. Ministerium des Innern ein Exemplar der Druckschrift: »Die Gebarung und die Ergebnisse der Krankheitsstatistik der nach dem Gesetze vom 30. März 1888, betreffend die Krankenversicherung der Arbeiter, errichteten Krankencassen im Jahre 1890«, II. Theil.

Herr Prof. Dr. L. Weinek, Director der k. k. Sternwarte in Prag, übermittelt als Fortsetzung seiner neuesten Mondarbeiten eine 40-fach vergrösserte Zeichnung der Ringebene Capella und des Wallkraters Taruntius *C* nach photographischen Aufnahmen der Lick-Sternwarte.

Das c. M. Herr Prof. Zd. H. Skraup übersendet eine von ihm ausgeführte Untersuchung aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz, betitelt: »Einige Umwandlungen des Chinins«.

Herr Dr. Emil Waelsch, Privatdocent an der k.k. deutschen technischen Hochschule in Prag, übersendet eine Abhandlung: »Über Tangentencongruenzen einer Fläche«.

Die Herren Karl Pompe und Richard Siedek, Ober-Ingenieure im k.k. Ministerium des Innern in Wien, übersenden eine Abhandlung, betitelt: »Bericht, betreffend Versuche über das magnetische Verhalten des Eisens bei verschiedener Inanspruchnahme desselben«.

Herr Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Linz, übersendet eine vorläufige Mittheilung über »Neue Gallmilben« (8. Fortsetzung).

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang überreicht eine Arbeit der Herren Director Dr. J. M. Eder und E. Valenta in Wien: »Über den Verlauf der Bunsen'schen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum. Das Flammenspectrum von Kalium, Natrium, Lithium, Calcium, Strontium, Barium und das Verbindungsspectrum der Borsäure«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei von Herrn Prof. Dr. Guido Goldschmiedt übersendete Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag:

1. »Über das Verhalten des veratrumsauren Kalkes bei der trockenen Destillation«, von Dr. Wilhelm Heinisch.
2. »Über das Mekonindimethylketon und das Dimekonindimethylketon«, von Franz v. Hemmelmayr.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. G. Tschermak überreicht eine Abhandlung des c. M. Herrn Prof. F. Becke in Prag: »Über die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengtheile, besonders der Plagioklase auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens«.

Das w. M. Herr Prof. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung, betitelt: »Negative Versuchsergebnisse über das Orientirungsvermögen der Brieftauben«.

Das w. M. Herr Hofrath A. Kerner v. Marilaun berichtet über die bisherigen Ergebnisse der im Auftrage der kaiserlichen Akademie ausgeführten botanischen Reise des Dr. E. v. Halácsy.

Der Secretär legt die soeben an die kais. Akademie gelangte geologische Karte des Europäischen Russland im Massstabe von 1 : 2,520.000 vor.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Cruls, L., Le Climat de Rio de Janeiro. D'après les Observations Météorologiques faites pendant la période de 1851 à 1890. Rio de Janeiro, 1892; 4°.

Instituto Agronomico do Estado de São Paulo em Campinas, Relatorio Annual do Instituto Agronomico do Estado de 1892. S. Paulo, 1893; 8°.

Observatorio Astronómico de Madrid, Resumen de las Observaciones Meteorológicas, efectuadas en la Peninsula ibérica y en algunas de sur islas adyacentes durantc el año de 1890. Madrid, 1893; 8°.

Negative Versuchsergebnisse über das Orientirungsvermögen der Brieftauben

von

Sigmund Exner,

w. M. k. Akad.

Dass eine Brieftaube, im verdeckten Käfig an einen Tagereisen entfernten Ort gebracht, dort freigelassen, ihren heimischen Schlag wieder aufsucht und findet, ist eine Thatsache, welche die Menschheit seit Jahrtausenden kennt und bewundert; es ist mir aber nicht bekannt, dass dieses Vermögen je Gegenstand systematischer wissenschaftlicher Untersuchung geworden ist. Bei dem Interesse, welches die Brieftauben im Allgemeinen, besonders auch durch ihre Erfolge während der Belagerung von Paris (1870—1871) bei Naturfreunden und in militärischen Kreisen neuerdings wachgerufen, schien es wünschenswerth, wenigstens den Versuch zu machen, durch Experimente dem Verständnisse dieses Vermögens näher zu kommen.

Ich legte mir demnach etwa vor zwei Jahren einen Taubenschlag an, und beschickte ihn mit Brieftauben (belgischer Race), die ich theils von einem der bekanntesten Brieftaubenzüchter Wiens, Herrn R. Gerhardt, theils durch die Vermittlung des Wiener Geflügelzuchtvereines erhielt. Sobald die bei mir ausgebrüteten Tauben ein hinlängliches Alter erreicht hatten, begann ich eine Reihe von Versuchen, finanziell darin unterstützt durch einen namhaften Betrag, den mir der »Elisabeth Thompson Science Fund« in Boston zu diesem Zwecke gewährt hat. Diese Versuche sind noch im Gange. In der vorliegenden Mittheilung will ich über eine abgeschlossene Reihe derselben kurz berichten.

Dass die Taube, freigelassen, ihren Schlag sucht, beruht, wie wohl Niemand zweifeln dürfte, auf einer sehr intensiven Heimatsliebe;[1] dass sie denselben aber unter Umständen wieder findet, die uns das unmöglich erscheinen lassen, das ist das zu lösende Problem. Ich kann mich hier auf die vielfachen Erfahrungen über diesen »Ortssinn« nicht einlassen; es genügt, wenn ich erwähne, dass während der Belagerung von Paris Tauben in einem Luftballon an die belgische Grenze, dann nach Lille und von da nach Tours gebracht wurden, und zwar theils bei Tage, theils bei Nacht, theils in der Hand getragen, theils per Eisenbahn; sie waren also in einem weiten Bogen um Paris befördert worden, und fanden doch nach Hause. In Belgien lässt man die Tauben bisweilen Nachts fliegen, und sie kommen in derselben Nacht nach Hause;[2] einige flogen von England nach Belgien; ja in neuester Zeit sollen neun Tauben zu Wasser von Nordamerika gebracht worden, und drei derselben von London aus glücklich nach der Heimat gelangt sein.[3]

Bei einer, mit dem Maassstab der menschlichen Fähigkeit gemessen, so wunderbaren Leistung darf man auch eine Ausbildung und Verwerthung von Sinnesorganen voraussetzen, die weit über das hinausgeht, was unsere Sinnesorgane vermögen. Nun besitzen Wirbelthiere ein Sinnesorgan, das theoretisch befähigt wäre, das Vermögen, an den Ausgangspunkt einer Reise zurückzufinden, zu erklären, wollte man ihm die entsprechende Feinheit, und der Taube die Fähigkeit die Eindrücke desselben passend zu verwerthen, zuschreiben. Ich meine den Vestibularapparat des Gehörorganes. Nach der Mach-Breuer'schen Theorie, die immer mehr Boden gewinnt, bilden die Otolithenapparate eine Vorrichtung zur Wahrnehmung von geradlinigen Beschleunigungen, die das Thier in welcher Richtung immer, erfährt, und die Bogengänge eine

---

[1] Die ersten angekauften Tauben hielt ich im versperrten Schlag, und öffnete diesen erst, als zwei Paare Eier gelegt hatten und hingebend brüteten. Am nächsten Tag hatten alle vier Tauben die Eier im Stiche gelassen und waren bei ihrem ursprünglichen Besitzer angelangt.

[2] H. J. Lenzen, Die Brieftaube. Dresden, 1873, S. 16.

[3] A. Mosso, Die Ermüdung, übersetzt von Glinzer. Leipzig 1892, S. 10.

Vorrichtung zur Wahrnehmung von Beschleunigungen, welche das Thier bei Drehung um eine wie immer gelegene Axe erfährt. Durch diese Grössen, sowie durch die zwischen den einzelnen Beschleunigungen verflossenen Zeiten aber ist jederzeit der Ort des Thieres in Bezug auf den Ausgangspunkt bestimmt. Ich habe vor einigen Jahren diesen Gedanken in einem populären Vortrag[1] als eine mögliche Erklärung des Orientirungsvermögens der Brieftauben durchzuführen gesucht.

Es ist begreiflich, dass schon mehrfach Vermuthungen und Hypothesen über diesen Orientirungssinn aufgestellt worden sind; ich halte es für überflüssig, hier auf dieselben näher einzugehen;[2] doch muss ich Eines erwähnen: in diesen Hypothesen spielt die Vorstellung, dass die Taube die Richtung der Hinreise »auffasst« und sich bei der Rückreise hiernach benimmt,[3] ferner die Function des Vestibularapparates mit den Bogengängen schon eine Rolle. Es sollten in den Bogengängen durch den Erdmagnetismus Inductionsströme erzeugt werden, welche dem Thiere orientirende Empfindungen verursachen (C. Viguier), es sollte die Luftelektricität auf dieselben wirken u. s. w.

Die hier mitgetheilten Versuche waren dazu bestimmt, meine oben genannte Vermuthung zu prüfen, und ergaben das Resultat, dass diese Vermuthung fallen zu lassen sei.

Wenn die durch den Nervus vestibularis vermittelten Empfindungen von der Bewegung des Thieres während der Hinreise dasselbe jederzeit in Kenntniss erhalten von der Entfernung und Richtung, in welcher sich der heimische Schlag befindet, und es so befähigen, beim Aufflug sofort den richtigen Weg zur Rückreise einzuschlagen, dann müssen diese Empfindungen, wie alle Empfindungen, dem Gesetze folgen, dass die

---

[1] Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Bd. XXXII. 2. December 1891.

[2] Ich verweise zur Orientirung hierüber auf:

G. Malagoli, I Colombi. Torino, 1887.

E. Caustier, Revue de l'hypnotisme. VII, Nr. 1. Juli, 1892.

J. Bungartz, Der Brieftaubensport. Leipzig, 1889.

J. Hoerter, Der Brieftaubensport. Leipzig 1890.

[3] Vergl. »Die Brieftaube«, Organ für Brieftaubenliebhaberei Nr. 5. Von 1. November 1882. S. 31.

an sie geknüpften Urtheile mit Fehlern behaftet sind, deren Grösse der Intensität der Empfindung näherungsweise proportional ist. Sollte also das Thier durch alle auf der Reise erfahrenen positiven und negativen, geradlinigen und axialen Beschleunigungen seine Orts- und Richtungskenntniss erhalten haben, so müsste der Fehler, mit dem diese Kenntniss doch in jedem Falle behaftet wäre, sehr viel grösser ausfallen, eventuell einer vollkommenen Desorientirung Platz machen, wenn jenen Empfindungen noch viele andere sehr intensive und von der Reise unabhängige Beschleunigungsempfindungen hinzugefügt würden.

Das suchte ich zu erreichen, indem ich die Thiere während der Hinreise im Korbe schwänkte, und den Korb unzählige Male und mit grosser Geschwindigkeit um seine Axe drehte.

Versuch I.

Im October 1891 hatte Herr R. Gerhardt die Freundlichkeit mir zu diesem ersten Experimente sechs Tauben seines Schlages zur Verfügung zu stellen. Sie wurden an einem Abend in das Laboratorium gebracht, am nächsten Morgen zu je drei in einen Korb gesetzt, der ihnen durch ein dichtes schwarzes Tuch jede Aussicht benahm. Einer dieser sonst ganz gleichartigen Körbe war an vier oben zusammenlaufenden Schnüren so aufgehängt, dass er, wenn ich den Knopf der Schnüre mit einer Hand hielt, mit der anderen Hand leicht in Rotation um eine verticale Axe versetzt werden konnte, wobei sich die Schnüre zusammendrehten. Liess man den Korb dann frei, so rotirte er natürlich mit grosser Geschwindigkeit nach der entgegengesetzten Richtung. Auch war es leicht, im hängenden Korb den Thieren Progressivbewegungen zu ertheilen.

Diese Manipulationen wurden nun mit dem einen Korb ausgeführt, während ich ihn über die Laboratoriumsstiege herabtrug, bei jedem der rechtwinkeligen Absätze, ebenso beim Einsteigen und beim Abfahren des Wagens, bei jeder Biegung, die der Wagen in den Strassen ausführte, beim Passiren des Bahnhofes, dem Einsteigen und dem Abfahren des Zuges, bei Biegungen der Bahn, beim Aussteigen und auf dem Fusswege bis zum Aufflugsort an jeder Biegung. Der zweite Korb wurde

in allen Beziehungen mit Ausnahme jener Dreh- und Schwenkbewegungen so gleichartig als möglich behandelt, d. h. er wurde genau denselben Weg getragen, im Wagen und auf der Eisenbahn ebenso untergebracht u. s. w.

Ich fuhr von Wien nach Neulengbach. Wie der Besitzer der Tauben versichert, waren diese Tauben nie in jener Gegend gewesen, wohl aber schon aus Mähren nach Wien zurückgeflogen. Der Ort wurde von mir desshalb gewählt, weil der ganze Gebirgszug des Wienerwaldes zwischen der Aufflugsstelle und dem Ziele liegt, die Thiere also, auch wenn sie bis zu jenen Höhen aufstiegen, bis zu welchen Brieftauben zu steigen pflegen, noch lange nicht Wien sehen konnten, und weil ich sie an einen Ort bringen musste, der ihnen voraussichtlicher Weise gänzlich unbekannt war. Die Entfernung des als Aufflugsort gewählten Hügels bei Neulengbach von dem Schlag im Innern der Stadt Wien beträgt in der Luftdistanz 35·7 *km*.

Es wurde jede Taube einzeln aufgelassen, erst die Controlthiere, dann die eigentlichen Versuchsthiere, jedes erst, nachdem sein Vorgänger aus dem Gesichtskreise entschwunden war.

Die Zeit, welche jede der sechs Tauben zur Heimreise brauchte, ergab keinen Anhaltspunkt für die Voraussetzung, dass meine Behandlung der drei Versuchsthiere wirklich zu einer Desorientirung geführt habe, ja die erste anlangende Taube war ein solches.

Versuch II.

Anstatt den ersten Versuch in der ursprünglichen Form zu wiederholen, zog ich vor, ihm die folgende Modification zu geben: Quer durch den Kopf geleitet, bewirkt ein galvanischer Strom bekanntlich bei Mensch und Thier Schwindelgefühle, das heisst die Empfindung einer Drehung oder Neigung, deren Sinn von der Stromesrichtung abhängig ist. Es ist das der sogenannte galvanische Schwindel, auf den hier einzugehen nicht der Ort ist. Bei der Taube verräth er sich durch Neigungen des Kopfes, Augenbewegungen u. s. w. Ich suchte also während der Hinfahrt das Thier durch diese Drehempfindungen über die thatsächlichen Wendungen und Drehungen zu täuschen. Wenn der Vestibularapparat das Thier während der Hinreise orientirte,

so müsste durch das Hinzutreten des galvanischen Schwindels diese Orientirung vernichtet werden, oder doch zu einer Orientirungstäuschung führen.

Um während der Fahrt oftmals galvanisch reizen zu können, construirte ich mir eine passende Batterie und geeignete Elektroden. Erstere war eine Trockenbatterie aus hundert Zink-Kupferelementen, untergebracht in einem Kästchen, wie man solche zum Transport mikroskopischer Präparate verwendet. Wie bei diesen letzteren waren Objectträger in Reihen über- und nebeneinander eingeschoben. Jeder derselben trug an seiner Oberseite eine Kupfer-, an der Unterseite eine Zinkplatte; erstere war (nach einem Vorschlag von Dr. Hugo Koller) durch gellatinirte mit Kupfervitriollösung angemachte Agar-Agarmasse an den Objectträger angeklebt, letztere durch mit Zinkvitriol versetzte ebensolche Masse. Beide Metalle waren von ihrer Masse umflossen, doch war die Kupfermasse in solcher Mächtigkeit gewählt, dass sie an die Zinkmasse des nächsten Elementes anstiess. Die Drahtverbindungen der Metalle ergeben sich von selbst. Eine solche Batterie reicht vollkommen aus und ist als kleines Kästchen leicht in der Hand zu tragen. An der Aussenseite desselben war ein Gärtner'scher Rheostat und ein zugleich als Schlüssel verwendbarer Stromwender angebracht. Als Elektroden dienten zwei mit Leder überzogene Metallknöpfe, welche durch eine passend gebogene über den Scheitel liegende Stahlfeder leicht an der Ohrgegend angepresst waren. Die Stahlfeder wurde in ihrer Stellung gehalten theils durch eine Art Zaum, welcher aus flachen Draht passend gebogen im Schnabel liegend das Rückwärtsgleiten verhinderte, theils durch ein kapuzenförmiges Tuch, das am Halse gebunden ein Vorwärtsgleiten unmöglich machte. Die Befeuchtung der Elektroden und des darunter liegenden Gefieders geschah erst mit Alkohol (wegen Benetzung der Federn), dann mit Kochsalzlösung.

Ausserdem waren die Thiere in der Art, wie es Malagoli (l. c.) Taf. VII, Fig. 22 *a* abbildet, gefesselt, und hatten, um das Sehen zu verhindern eine Kopfkappe aus schwarzem Tuch.

Nachdem ich zwei jüngere und zwei ältere Thiere am vorhergehenden Abend in meinem Schlage ausgesucht und

eingefangen hatte, wurden sie am 16. April 1893 in der geschilderten Weise armirt und zwar alle vier vollkommen gleich, aber nur zwei, ein jüngeres und ein älteres waren bestimmt, galvanisirt zu werden, die anderen dienten als Controlthiere und hatten die ganze Armirung auch erhalten, damit ich erfahre, ob diese allein (besonders die Benetzung mit Alkohol und der Druck der Elektroden) etwa schon hinreiche, die Thiere in ihrer Leistungsfähigkeit zu schädigen. Um 6^h Früh wurde mit dieser Ausrüstung der Tauben begonnen, um 7^h war sie vollendet, die zwei Versuchsthiere in einen, die Controlthiere in einen anderen Korb gelegt, und nun begann der Weg, indem ganz ähnlich wie das erste Mal gedreht, so jetzt bei jeder Biegung galvanisirt wurde. Es ging derselbe Strom durch beide Taubenköpfe; deren Bewegungen zeigten zweifellos den eingetretenen Schwindel.

Ich fuhr zu Wagen auf den Westbahnhof, von da um 7^h 45^m nach St. Pölten, wo ich um 9^h ankam.

Da wurden zunächst auf dem Bahnhofe alle Tauben ihrer Armirung entledigt; ich liess ihnen geraume Zeit sich zu erholen und erst als sie — nach Taubenart — wieder mit einander zu raufen begannen, hielt ich sie für geeignet, dem Versuche zu dienen. Ich ging mit ihnen nach einem nahe gelegenen Hügel und liess sie fliegen, natürlich wieder in einer Reihenfolge, welche es so unwahrscheinlich als möglich machte, dass eine Versuchstaube von einer Controltaube auf den Weg mitgenommen werde. Das Resultat war:

Taube 1. Ältere Controltaube fliegt ab am 16. April um 11^h 11^m. Sie kam in Wien an am 18. April Morgens.

Taube 2. Jüngere Controltaube fliegt ab um 11^h 16^m, kam nie nach Hause.

Taube 3. Ältere Versuchstaube fliegt ab 11^h 18^m, kam in Wien an desselben Tages um 1^h 50^m.

Taube 4. Jüngere Versuchstaube fliegt ab 11^h 32^m, kam nie nach Hause, sondern war, wie mir gemeldet wurde, in St. Pölten geblieben.

Die Entfernung von St. Pölten nach Wien beträgt 54 *km*. Auch hier liegt der Wienerwald zwischen Aufflugsort und Ziel. Diese Entfernung hatte eine der Tauben in 2^h 32^m zurückgelegt und diese eine Taube war eine galvanisirte.

So unvollkommen der Erfolg dieses Versuches erscheinen mag, da überhaupt nur zwei Tauben nach Hause kamen, so spricht er doch entschieden gerade gegen die Annahme, um deren Prüfung mir zu thun war: Es fanden nur die beiden älteren Thiere die Heimat wieder, und von diesen die galvanisirte in $2 \cdot 5^h$, die nicht galvanisirte in 44^h.

Es war noch die Frage zu erledigen, ob bei diesem Fluge zwei, d. i. die Hälfte der Tauben desshalb verloren gegangen war, weil sie durch ihre Armirung als solche sämmtlich desorientirt waren, oder ob die Zumuthung, die ich ihnen gestellt hatte, bei ihrer ersten Reise gleich ein Gebirge zu übersetzen und die Entfernung von 54 *km* zurückzulegen, eine zu grosse war. Ich beantwortete diese Frage durch

Versuch III.

Herr Dr. A. Kreidl, Assistent am physiologischen Institute dem ich, sowie seinem Collegen Dr. S. Fuchs für die vielfachen Hilfeleistungen bei diesen Versuchen zu grossem Danke verpflichtet bin, hatte den Versuch II mitgemacht, und war demnach in Kenntniss von allen Einzelheiten desselben. Er hatte die Güte am 14. Mai 1893 vier Tauben, die keinerlei Armirung trugen, in zwei Körben genau zur selben Zeit, mit denselben Pausen und auf denselben Wegen nach St. Pölten zu bringen, wie die ersten und von demselben Hügel aus einzeln fliegen zu lassen. Von ihnen kam nur eine nach Hause, und zwar am nächsten Tage, 23^h 24^m nach dem Abfluge.

Es war also in der That die gewählte Flugbahn eine ungünstige, und die Tauben waren durch die Armirung nicht merklich desorientirt.

Als Wiederholung der beiden letzten Versuche und zur Controle ihrer Resultate führte ich den folgenden aus:

Versuch IV.

Von drei möglichst gleichartigen Taubenpaaren wurden zwei genau so zugerichtet wie in Versuch II. Eines war wieder bestimmt galvanisirt zu werden, das andere diente als Controle mit Armirung. Das dritte Taubenpaar war frei in einem Korb untergebracht.

Indem das erste genau nach denselben Principien, wie in Versuch II galvanisirt wurde, fuhr ich mit den sechs Tauben am 20. Mai 1893 Nachmittags per Wagen vom Laboratorium zur Südbahn, mit dieser nach Ebreichsdorf, von dort wieder (1/4 Stunde) per Wagen nach Unterwaltersdorf. Leider ging eine der galvanisirten Tauben während der Fahrt zu Grunde; ob in Folge des Galvanisirens oder etwa weil sie durch die Kopfkappe am Athmen verhindert war, kann ich nicht sagen.

In Unterwaltersdorf wurde die übriggebliebene galvanisirte Taube in einem besonderen Raum, die vier anderen in einem benachbarten untergebracht. Ich halte diese Vorsichtsmassregel für nöthig, da man doch nicht sicher wissen kann, ob es nicht Zeichen gibt, durch welche eine Taube der anderen abzulauschen vermag, in welcher Richtung letztere den heimischen Schlag vermuthet. Nachdem den Thieren zwei Nächte und ein Tag zur Erholung gegönnt waren, liess ich sie am 22. Vormittags von einem freien Felde aus fliegen.

Zwischen Unter-Waltersdorf und Wien liegen nur unbedeutende Hügel. Die Entfernung beträgt 28·8 *km*. Das Resultat war:

Taube 1. Frei im Korbe gebracht, fliegt ab um 9^h 35^m, kommt nach Hause 10^h.

Taube 2. Ebenso behandelt, fliegt ab 9^h 38^m. Sie treibt sich lange kreisend in der Nähe herum und setzt sich endlich auf das Dach eines nahen Hauses, wo sie um 10^h 5^m noch sitzt, um 10^h 45^m aber nicht mehr zu finden ist. Kommt nach Hause 1^h 7^m.

Wollte ich meinen Versuch nicht vollkommen aufgeben, so musste ich die anderen Tauben, trotzdem diese noch im Gesichtskreis war, doch fliegen lassen, auf die Gefahr hin, dass diese sich einer anderen anschliesse. Hätte sie es gethan, so würden eben beide aus dem Versuche zu streichen sein.

Taube 3. Armirt, aber nicht galvanisirt, fliegt ab 9^h 42^m, kommt nicht nach Hause.

Taube 4. Ebenso behandelt, fliegt ab 9^h 47^m, kommt an 4 5^m.

Taube 5. Armirt und galvanisirt, fliegt ab 9^h 50^m, kommt an 10^h 30^m.

Es ist somit die galvanisirte Taube mit 40^m Flugzeit die zweitbeste in der Reihe der fünf Tauben, was abermals gegen die zu prüfende Vermuthung spricht.

Ich glaube aus diesen Versuchen schliessen zu dürfen, dass die Empfindungen, welche die Thiere durch ihren Vestibularapparat während der Hinreise bekommen, keine merkliche Grundlage ihres Vermögens bilden, wieder nach Hause zu finden. Damit soll aber nicht die Behauptung aufgestellt sein, dass diese Sinnesorgane überhaupt beim Fluge der Thiere bedeutungslos seien. Bedenkt man, dass wir Menschen im Bade schwerlos sind, und zusammengeballt bei geschlossenen Augen von den Wellen gedreht, doch jederzeit angeben können, ob wir mit dem Kopfe oben, unten, dahin, oder dorthin gewendet sind, bedenkt man weiter, dass dieses bei vielen Taubstummen, wie James[1] zuerst nachgewiesen hat, nicht nur nicht der Fall ist, sondern diese, deren Vestibularapparat vielfach functionsunfähig ist, auch bei geöffneten Augen unter Wasser im höchsten Grade desorientirt sind, so wird man kaum daran zweifeln wollen, dass die Tauben und die Vögel überhaupt jener Apparate bei ihren Bewegungen im Raume nothwendig bedürfen.

Man erwäge nur, wodurch soll ein fliegender Vogel, der in eine Wolke oder in Nebel geräth, darüber orientirt sein, wo unten ist? Wodurch darüber, ob er in seinem Fluge vorwärts kommt oder vollkommen stille steht, indem er gegen einen Wind fliegt, der dieselbe Geschwindigkeit hat die er hätte, wenn er mit derselben Kraftanstrengung bei Windstille flöge?

Hätte er kein Organ, welches ihm die Beschleunigung der Erdschwere in ihrer Richtung verräth, so könnte er durch die Schwankungen des Fluges oder durch eine Windströmung auf die Seite, ja auf den Rücken zu liegen kommen, er würde

---

[1] Vergl. in dieser Beziehung J. Breuer, Über die Function der Otolithenapparate. Arch. für die ges. Physiol. XLVIII; A. Kreidl, Beiträge zur Physiol. des Ohrlabyrinthes, ebenda LI; und J. Pollak, Über den »galvanischen Schwindel« bei Taubstummen, ebenda LIV.

dann fallen, diesen Fall aber nicht anders empfinden, wie einen von oben kommenden Luftstrom, und indem er diesem entgegenzuarbeiten bestrebt ist, seine Fallgeschwindigkeit nur noch vergrössern. Er müsste endlich an der Erde zerschellen.

Auch beim Vorwärtsfliegen kann er durch die Tastempfindungen, welche die durch die Luft niedergedrückten Federn verursachen, sowie durch die Beurtheilung seiner eigenen Muskelanstrengung nur ein Maass für die relative Bewegung gegen die umgebende Luft gewinnen, ein Maass für die Bewegung gegen die Erde hat er bei Ausschluss des Gesichtes nicht.

Der Vestibularapparat aber gibt ihm stets die Richtkraft der Erde an, und die Beschleunigungsempfindungen desselben sind nur abhängig von der absoluten Bewegung im Raume, und ganz unabhängig davon, ob der Vogel seine Geschwindigkeit hat in Folge seiner Muskelbewegungen, oder in Folge dessen, dass er vom Winde dahin oder dorthin getragen wird.

So wird es verständlich, dass Tauben, deren Vestibularapparate verletzt sind, beim Versuche aufzufliegen, sich überkugeln, in den unnatürlichsten Stellungen zu Boden fallen, und bald jeden Versuch sich in die Luft zu erheben, aufgeben. Tauben, deren beide häutigen Labyrinthe entfernt sind, und die nach R. Ewald[1] keine auffallenden Störungen zeigen, wenn sie auf den Boden laufen, oder auf einer Stange sitzen, können nicht fliegen.

Wenn nun nach den mitgetheilten und den noch mitzutheilenden Versuchen die Annahme abzulehnen ist, nach welcher die Empfindungen des »statischen Sinnes« während der Hinreise das Thier bei der Rückreise leiten, so kann die Fragestellung noch erweitert werden: sind es überhaupt irgendwelche Erfahrungen, auf der Hinreise gesammelt, die bei der Rückreise verwerthet werden?

Zur Beantwortung dieser Frage sind die folgenden Versuche angestellt. Sie bezwecken, das Thier bewusstlos an den Aufflugsort zu bringen. Das Mittel dazu war die Narcose. Da es nicht gut thunlich ist, eine Taube durch Stunden in

[1] Das Endorgan des Nervus octavus. Wiesbaden, 1892.

tiefer Narcose zu erhalten, wurde wenigstens bei allen entscheidenden Wendungen des Weges, die wohl nie vollkommen aufgehobene Betäubung wieder erneut, zeitweise zu einer sehr tiefen gesteigert.

Versuch V.

Am 28. Juni 1892 nahm ich vier Tauben aus dem Laboratorium in meine Wohnung. Am 29. des Morgens wurden zwei von ihnen mit Äther narcotisirt, von denen eine leider sofort zu Grunde ging. Ich narcotisirte also von den beiden anderen die stärkere, so dass mir nur eine Taube als Controlthier übrig blieb. Letztere machte die Reise frei in einem Korbe sitzend, die beiden ersteren wurden, in ein Tuch gehüllt, narcotisirt in den Wagen getragen, auf den Bahnhof und mit der Nordwestbahn nach Oberhollabrunn gebracht. Es wurde dafür gesorgt, dass keines der drei Thiere durch das Auge Erfahrungen über den Weg sammle, obwohl das nach den Beobachtungen der Taubenzüchter höchst überflüssig erscheinen mag. Während der Wagenfahrt, beim Einsteigen auf dem Bahnhof, bei einer Biegung, welche die Bahn macht und vor dem Aussteigen wurde für eine besonders tiefe Narcose gesorgt.

In Oberhollabrunn wurden die narcotisirten Tauben in einem anderen Raum untergebracht als die normale. Sie blieben da bis zum 3. Juli, an welchem sie von einem Hügel aus aufgelassen wurden. Oberhollabrunn liegt in der Luftlinie 43 *km* von Wien entfernt, und von diesem durch ein ausgedehntes Hügelland getrennt.

Das Resultat war:

Taube 1. Normal, flog ab 6^h Morgens, kam nicht nach Hause.

Taube 2. Narcotisirt, flog ab $6^h\ 20^m$, kam nicht nach Hause.

Taube 3. Narcotisirt, flog ab $6^h\ 40^m$, kam an 11^h.

Es fand also allein eine der narcotisirten Tauben in den Schlag zurück.

Ich schliesse daran einen Versuch bei geringerer Entfernung und günstigerem Terrain.

Versuch VI.

Zwei Taubenpaare, je eine jüngere und eine ältere, von denen eines genau nach denselben Principien wie im vorstehenden Versuche während der Fahrt narcotisirt gehalten wurde, nahm ich nach Unter-Waltersdorf, dem Aufflugsort des Versuches IV. Es wurde auch derselbe Weg und dieselbe Beförderungsart gewählt wie in diesem Versuche. Am nächsten Morgen, dem 1. November 1892, an dem schwere Herbstnebel die Fernsicht verhüllten, hielt ich die Thiere für hinlänglich von der Narcose erholt, um sie fliegen lassen zu können. Der Versuch ergab:

Taube 1. Älteres normales Thier, fliegt ab $10^h\ 21^m$, kommt an 12^h.

Taube 2. Jüngeres normales Thier, fliegt ab $10^h\ 26^m$, kommt nicht nach Hause.

Taube 3. Älteres narcotisirtes Thier, fliegt ab $10^h\ 30^m$, kommt an 12^h.

Taube 4. Jüngeres narcotisirtes Thier, fliegt $10^h\ 35^m$, kommt nicht nach Hause.

Für die beiden jungen Tauben war die Entfernung des Versuches augenscheinlich zu gross; an den beiden älteren aber zeigte sich abermals, dass die Bewusstlosigkeit während der Hinreise die Geschwindigkeit der Rückkehr nicht beeinträchtigt.

Dass die beiden Tauben gleichzeitig ankamen, bedeutet noch nicht, dass sie den Flug gemeinsam gemacht haben. In meinen Bemerkungen findet sich, dass Taube 1 beim Abflug die Richtung nach Süden (die falsche) einschlug, während Taube 3 die Richtung nach Norden (die richtige) nahm. Die Tauben pflegen bei ihrem Eintreffen wenigstens einige Minuten auf dem Dache zu sitzen und dann erst in den Schlag zu schlüpfen, von wo aus eine elektrische Klingel im Laboratorium die Ankunft meldet. Dieses Einschlüpfen ist mit einigen Hindernissen verbunden,[1] und da kommt es häufig vor,

[1] Es ist eine Klappvorrichtung angebracht, damit sie sofort gefangen sind, und man ihnen das ihre Nummer und Adresse tragende Briefchen abnehmen kann.

dass eine Taube erst das Einschlüpfen einer anderen abwartet, bis sie sich selbst dazu entschliesst.

Wenn also diese Versuche kein positives Resultat über das Orientirungsvermögen der Brieftauben ergeben haben, so haben sie das Problem doch insoferne eingeschränkt, als sie zeigen, dass *keine während der Hinreise gemachte Erfahrung die Orientirung bei dem Rückfluge bedingt.*

XIX. SITZUNG VOM 13. JULI 1893.

Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer führt den Vorsitz.

Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen, als Mitglied des Verbandes wissenschaftlicher Körperschaften, macht der k. Akademie Mittheilung von den für das Jahr 1893/94 ihrerseits in Aussicht genommenen naturwissenschaftlichen Arbeiten. Es sind dies:

1. Die Fortsetzung der Herausgabe der Werke Wilhelm Weber's.
2. Weitere Reisen und Arbeiten von Peter für eine topographische Flora von Mitteleuropa.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »Krystallographisch-optische Bestimmungen«.

Ferner übersendet Herr Hofrath V. v. Lang eine Arbeit aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität zu Innsbruck von H. Bauernberger: »Über die Stärke elektrischer Wellen, wenn der Funke in Öl überspringt«.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach übersendet eine vorläufige Mittheilung über die von Ludwig Mach im verflossenen Jahre im physikalischen Institute der k. k. deutschen Universität Prag ausgeführten optischen Untersuchungen.

Herr Regierungsrath Mach übersendet ferner eine Notiz von Herrn Ludwig Mach: »Über ein Röhrenniveau von variabler Empfindlichkeit«.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. A. v. Waltenhofen übersendet folgende zwei Arbeiten aus dem elektrotechnischen

Institute der k. k. technischen Hochschule in Wien von dem Privatdocenten Dr. J. Sahulka:

1. »Messung der Capacität von Condensatoren mit Wechselstrom.«
2. »Erklärung des Ferranti'schen Phänomens.«

Das c. M. Herr Prof. Franz Exner übersendet eine Abhandlung des Herrn Bruno Piesch, stud. phil. in Wien: »Über den elektrischen Widerstand des Ceylongraphits.«

Das c. M. Herr Prof. Zd. H. Skraup in Graz übersendet folgende sechs Abhandlungen aus dem chemischen Universitätsinstitute in Graz:

1. »Über Isomerien in der Schleimsäurereihe«, von Zd. H. Skraup.
2. »Beiträge zur Kenntniss der Albumosen«, von H. Schrötter in Graz.
3. »Über die Einwirkung von Natriumäthylat auf Bibrombernsteinsäureester«, von G. Pum.
4. »Über Bleitetrachlorid«, von H. Friedrich.
5. Über die Beziehungen zwischen dem optischen Drehungsvermögen des Cinchonidins und seiner Salze, sowie den Einfluss von Lösungsmitteln auf die Rotation«, von Carl Schuster.
6. »Über das Verhalten der Maleïnsäure beim Erhitzen«, von Zd. H. Skraup.

Das c. M. Herr Prof. Friedrich Becke in Prag übersendet folgende Mittheilung: »Über moleculare Axenverhältnisse.«

Herr Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung: »Über die Herzthätigkeit bei einigen Evertebraten und deren Beeinflussung durch die Temperatur.«

Herr Prof. Dr. J. Puluj in Prag übersendet eine Abhandlung: »Über einen Phasenindicator und einige mit demselben ausgeführte Messungen.«

Herr Dr. L. Kussminsky in Prag übersendet folgende Mittheilung: »Über die Wirkung periodisch veränderlicher elektromotorischer Kräfte.«

Herr Prof. Dr. Guido Goldschmiedt übersendet eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag: »Über die Einwirkung von Jodmethyl auf Papaverinsäure«, von Franz Schranzhofer.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. »Bestimmung der Lösungswärme eines Salzes mittelst der Übersättigung und Theorie der Übersättigung«, von Prof. Dr. O. Tumlirz an der k. k. Universität in Czernowitz.
2. »Über Flächen concreter Krümmung«, von Dr. Emil Waelsch, Privatdocent an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.
3. »Über eine algebraische Theorie der Schaaren nichtadjungirter Berührungscurven, welche zu einer algebraischen Curve gehören«, von Herrn Wilhelm Weiss, Assistent an derselben Hochschule.
4. »Auflösung von Gleichungen aller Grade durch einfache arithmetische Reihen«, von Herrn Robert Brabée in Znaim.

Das w. M. Sigmund Exner überreicht eine Abhandlung von Dr. L. Réthi, betitelt: »Das Rindenfeld, die subcorticalen Bahnen und das Coordinationscentrum des Kauens und Schluckens.«

Das w. M. Herr Hofrath Prof. J. Wiesner überreicht eine von Herrn Hermann Schrötter R. v. Kristelli in Wien ausgeführte Arbeit, betitelt: »Über den Farbstoff des Arillus von *Afzelia* und *Ravenala madagascariensis*, nebst Bemerkungen über den anatomischen Bau der Samen.«

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht vier in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. »Elektrolytische Bestimmungen und Trennungen«, von Dr. G. Vortmann.
2. »Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer« (III. Abhandlung), von Dr. K. Natterer.
3. »Über die Trennung der flüchtigen fetten Säuren«, von Herrn Max Wechsler.

4. »Über die Darstellung von Methyl-3-Pentansäure und die Löslichkeitsbestimmungen ihres Calcium-, Barium- und Silbersalzes«, von Herrn V. Kulisch.

Das c. M. Herr Custos Dr. Emil v. Marenzeller überreicht eine Abhandlung mit dem Titel: »Zoologische Ergebnisse der Tiefsee-Expeditionen im östlichen Mittelmeere auf S. M. Schiff „Pola". 2. Polychäten des Grundes, gesammelt 1890, 1891 und 1892.«

Herr Dr. Hans Rabl, Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: »Über geschichtete Niederschläge bei Behandlung der Gewebe mit Argentum nitricum.«

Herr Dr. Josef Schaffer, Privatdocent und Assistent an der Lehrkanzel für Histologie der k. k. Universität in Wien, überreicht eine vorläufige Mittheilung über den feineren Bau der Thymus und deren Beziehungen zur Blutbildung, sowie über das zum Studium dieser Frage an der zoologischen Station in Neapel mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften aus dem Legate Wedl gesammelte Material.

Schliesslich überreicht der Secretär eine Abhandlung des Herrn Dr. Hugo Zapałowicz, k. u. k. Hauptmann-Auditor in Wien, unter dem Titel: »Das Rio-Negro-Gebiet in Patagonien.«

Über den feineren Bau der Thymus und deren Beziehungen zur Blutbildung

(Vorläufige Mittheilung)

von

Dr. **Josef Schaffer.**

Die Ansicht, dass die Thymus zur Blutbildung in Beziehung stehe, ist von vielen Autoren, von Hewson[1] bis Cuënot[2] ausgesprochen worden; dabei hat man sich vielfach ihre Function ähnlich der eines Lymphknotens gedacht und ihre Hauptaufgabe in der Bildung weisser Blutkörperchen zu erkennen geglaubt. Bei den bis in die neuere Zeit gänzlich unklaren genetischen Beziehungen zwischen den weissen und rothen Blutkörperchen jedoch hat auch die von den Autoren aufgestellte Behauptung von einer haematopoetischen Function der Thymus zu keiner besonderen Bedeutung gelangen können, und so ist die physiologische Stellung und Aufgabe des Organs heute noch so unklar und räthselhaft, wie zu Hewson's Zeit. Daran vermochte auch die Erkenntniss der epithelialen Anlage der Thymus nichts zu ändern; wohl aber haben die zahlreichen Untersuchungen über ihren feineren Bau die Übereinstimmung wenigstens eines Theiles derselben mit dem lymphadenoïden Gewebe in Follikeln, Balgdrüsen und Lymphknoten sichergestellt.

Untersucht man nun die Thymus der Säugethiere nach den neueren, für die Untersuchung des Blutes und seiner Bildungsstätten üblichen Methoden, so kann man eine theil-

---

[1] Hewson, Experimental Inquiries. London. 1777.

[2] Cuënot, Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. I. partie. Vertébrés. — Arch. de zoolog. expér. 2. ser. I. VII, 1889.

weise auffallende Übereinstimmung ihrer zelligen Elemente mit den in der Milz und im Knochenmarke beobachteten constatiren. Als wichtigstes Ergebniss dieser Untersuchungen theile ich hier mit, dass es mir an frischen Isolations- sowie an Deckglastrockenpräparaten der Thymus von Kaninchen und Katzen bestimmter Lebensalter gelungen ist, kernhaltige, rothe Blutkörperchen und Entwicklungsstadien derselben, wie sie Neumann[1] im Knochenmarke aufgefunden hat, als typisches Vorkommniss nachzuweisen. Es finden sich unter den Zellen der Thymus aber nicht nur ausgesprochen haemoglobin- und kernhaltige rothe Blutkörperchen in allen Stadien der Mitose, sondern auch alle jene, als Übergänge zwischen der Leukocyten- und Erythrocytenreihe noch nicht mit Sicherheit erkannten Formen, wie sie im Knochenmarke beschrieben wurden; weiters ausgestossene Kerne rother Blutkörperchen in den verschiedenen Stadien ihres Zerfalles, theils frei zwischen den übrigen Zellen, theils eingeschlossen in Riesenzellen, wo sie analog den Beobachtungen van der Stricht's[2] an der embryonalen Leber, eine intracellulare Auflösung erfahren. Endlich neben der überwiegenden Mehrzahl einkerniger, protoplasmaarmer Leukocyten (Lymphocyten) typische polymorphkernige und eosinophile Leukocyten, auf deren Vorkommen in der menschlichen Thymus ich[3] bereits aufmerksam gemacht habe.

Diese Befunde sprechen unzweifelhaft für eine haematopoetische Function der Thymus; aber noch andere Thatsachen lassen sich dafür ins Feld führen, dass die Thymus mit der embryonalen Leber, der Milz und dem Knochenmarke in eine Reihe zu stellen ist.

Wie bei diesen Organen, ist auch bei ihr die blutbereitende Rolle eine temporäre, d. h. den jeweiligen grossen Wachsthumsperioden des Organismus angepasste und dürfte die blutbildende

---

[1] Neumann, Über die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. Centralbl. f. d. med. Wiss 1868, S. 689.

[2] van der Stricht, Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Mémoire couronné. Liége. 1891.

[3] Schaffer, Über das Vorkommen eosinophiler Zellen in der menschlichen Thymus. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1891, Nr. 22 und 23.

Thätigkeit der Thymus mit der der Milz den Übergang von der Haematopoese in der Leber zu der im Knochenmarke bilden. Dabei ist es von Interesse, dass nach meinen bisherigen Beobachtungen zwischen der Milz und der Thymus ein reciprokes Verhältniss in der Weise stattzuhaben scheint, dass bei grossem Reichthum an kernhaltigen rothen Blutkörperchen in der Milz dieselben in der Thymus sehr spärlich sind und umgekehrt.

So wird auch die mächtige Entwicklung des Organes in den ersten Lebensjahren verständlich und möglicherweise auch die von Zoja[1] und Monguidi[2] wahrscheinlich gemachte zweite Wachsthumsperiode desselben zur Pubertätszeit.

Schliesslich scheinen von der grössten Bedeutung in dieser Frage die Beobachtungen über das häufige Bestehenbleiben der Thymus in mächtiger Entwicklung bei älteren Personen, sowie die Beziehungen dieser Tymus persistens zu pathologischen Erscheinungen, wie sie A. Paltauf[3] in vorzüglicher Weise geschildert hat. Dabei wird auch die Frage zu erörtern sein, ob es sich in der That in solchen Fällen stets um eine Thymus persistens handelt, oder ob auch eine durch Erkrankungen im blutbildenden Apparate hervorgerufene secundäre Anbildung von den Resten der Thymus aus und damit ein facultatives, neuerliches Wachsthum derselben stattfinden kann. Waldeyer[4] hat bekanntlich Reste der Thymus in Form des thymischen, retrosternalen Fettkörpers bis in das höchste Alter nachgewiesen und konnte ich in allen untersuchten Fällen in diesen Fettkörpern Thymusgewebe nachweisen, welches recht wohl als Herd einer zweiten Proliferation gedacht werden kann.

Die Ausführung dieser Verhältnisse, sowie eine genaue Analyse der zelligen Elemente der Thymus werden mit Anderem den Gegenstand der ausführlichen Mittheilung bilden. In der-

---

[1] Zoja, Sulla permanenza della glandola timo nei fanciulli e negli adolescenti. Rendiconti del R. Istituto lombardo. Ser. II, Vol. XVIII, fasc. VII, 1885.

[2] Monguidi, Sulla ghiandola timo. Diss. per Laurea, Parma, 1885.

[3] A. Paltauf, Über die Beziehungen der Thymus zum plötzlichen Tod. Wiener klin. Wochenschrift, 1889, Nr. 46 und 1890, Nr. 9.

[4] Waldeyer, die Rückbildung der Thymus. Sitzgsber. d. Kgl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin, XXV, 1890.

selben soll aber auch ein reichliches, vergleichend anatomisches Material zur Bearbeitung kommen, welches in erster Linie die Thymus der Fische betrifft. Über dieselbe liegen bisher keine ausführlicheren histologischen Untersuchungen vor; auch die Arbeit von Maurer[1] beschäftigt sich hauptsächlich mit der Entwicklung des Organes, wenngleich dieselbe auch wichtige, den feineren Bau der Forellenthymus betreffende Angaben enthält.

War schon aus diesem Grunde eine Untersuchung der Thymus bei den Fischen wünschenswerth, so schwebte mir dabei auch noch folgender Gedanke vor: Nachdem bei den Säugethieren die Beziehungen der Thymus zur Blutbildung ausser jedem Zweifel stehen, müssten dieselben, vorausgesetzt, dass wir in der Thymus der Fische ein der Säugethierthymus homologes und homodynames Organ vor uns haben, was ja von gewisser Seite bestritten wird, bei der Thymus der Fische um so deutlicher hervortreten, als bei denselben der wichtigste haematopoetische Factor der Säuger, das Knochenmark fehlt.

Das Studium dieser nach mehreren Richtungen interessanten Frage wurde mir durch die munificente Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht, welche sie mir aus dem »Legate Wedl« angedeihen liess und spreche ich dafür hier nochmals meinen wärmsten Dank aus. Während eines längeren Aufenthaltes an der zoologischen Station in Neapel konnte ich, dank den vortrefflichen Einrichtungen dieses Institutes, theils reichliches Material für diese Untersuchungen sammeln, theils einige wichtige Beobachtungen am frischen Objecte machen.

Untersucht wurde die Thymus bei *Scyllium*, *Carcharias, Acanthias, Raja asterias* und *R. maculosa, Torpedo, Pristiurus*, *Scomber, Scorpaena* und *Lophius piscatorius.*

Besonders von letzterem verfüge ich über eine fast geschlossene Thymusserie, welche Individuen von $8^1/_2$—112 *cm* Körperlänge entnommen worden ist. Wenngleich meine Untersuchung über dieselbe noch lange nicht geschlossen ist, so möge es mir doch gestattet sein, einige der bisher gemachten Beobachtungen im Folgenden kurz mitzutheilen.

---

[1] Maurer, Schilddrüse und Thymus der Teleostier. Morpholog. Jahrb. Bd. XI, 1886.

Die Thymus liegt, abgerückt von ihrer ursprünglichen Bildungsstätte, leicht auffindbar auf der dorsalen Fläche des Schultergürtels, mit ihrem distalen nach aussen und vorne gerichteten Ende auf dem Os claviculare, in der Spitze eines Dreieckes, dessen vorderer Schenkel von einem drehrunden, vom Radiocarpalgelenk zum Hinterhauptsende ziehenden Muskel (Hebemuskel des Schultergürtels), dessen hinterer Schenkel von einem säbelförmig nach rückwärts gekrümmten Knochenfortsatz der Clavicula gebildet wird. Der erwähnte Muskel trennt sie von den Kiemen, während sie medianwärts vom Os scapulare begrenzt wird. Ist schon diese Lage auffallend, so ist es noch mehr der Umstand, dass das Organ, entgegen den Angaben Maurer's für andere Knochenfische (Forelle, Hecht u. a.) eine mit dem Wachsthum des Thieres fortschreitende Grössenzunahme zeigt. So mass die Thymus bei einem Thiere von $8^1/_2$ *cm* Körperlänge 3 *mm*, bei einem von 33 *cm* Länge 15 *mm* und bei dem grössten Exemplare von 112 *cm* Länge 35 *mm*. Darauf bezieht sich wohl die Bemerkung von Stannius[1], dass die Thymus bei *Lophius piscatorius* von enormer Grösse ist.

Diese Verhältnisse liessen es mir anfangs zweifelhaft erscheinen, ob das in Rede stehende Organ überhaupt die Thymus sei; da ich aber an der bei anderen Knochenfischen als Lagerungsstätte der Thymus beschriebenen Stelle kein analoges Organ finden konnte und sich die besprochene Lageverschiebung leicht aus dem absonderlichen Bau des Thieres erklären liess, stehe ich, gestützt auf die Bemerkung von Stannius, sowie auf die histologische Untersuchung nicht an, das betreffende Gebilde für die Thymus zu halten.

Der histologische Bau scheint meine Vermuthung, dass es sich auch hier um ein zur Bildung von Blutkörperchen in Beziehung stehendes Organ handle, nicht zu bestätigen und die einzige Analogie mit der Thymus der Säugethiere besteht in der innigen Verbindung von epithelialen und lymphoiden Zellen. Diese beiden Elemente zeigen aber so merkwürdige Verhältnisse, dass die Thymus von *Lophius* als ein Organ für sich zunächst ein eigenes Studium erfordert. Hier mögen vorläufig

[1] Stannius, Über eine der Thymus entsprechende Drüse bei Knochenfischen. Müller's Archiv, 1850.

nur folgende Beobachtungen Platz finden. Zunächst fällt an Durchschnitten durch die Thymus das gegenseitige Verhalten von lymphoidem und epithelialem Antheil auf; während bei den Säugethieren das lymphoide Gewebe als eine zusammenhängende, öfter in Follikel getheilte Rindensubstanz die hellere epitheliale Marksubstanz, welche auch die concentrischen Körperchen enthält, vollständig umschliesst, finden wir hier das hellere, an lymphoiden Zellen ärmere Gewebe vielfach frei unter der umhüllenden Bindegewebskapsel gelegen. Es fehlt demnach der Gegensatz zwischen Mark und Rinde; das lymphoide Gewebe ist vielmehr als unregelmässiges Strangsystem zwischen den Inseln des epitheloiden Gewebes vertheilt. Von der bindegewebigen Kapsel abzweigend durchziehen ausserdem noch stärkere, trabekelartige Stützbalken das Innere, in welche oft anscheinend wandungslose Räume eingegraben erscheinen.

Concentrische Körper, wie sie als Reste der epithelialen Anlage in der Marksubstanz der Säugethierthymus vorkommen, fehlen, dagegen finden sich zahlreiche epitheloide Zellen umgewandelt in grosse, schleimsecernirende Becherzellen, welche ihr Secret in eigenthümliche, cavernöse Räume ergiessen. Ausserdem konnte ich bei der Untersuchung der frischen Thymus als typisches Vorkommniss Sarkolyten in den verschiedensten Stadien des Zerfalles nachweisen, welche sich an Schnitten intensiv mit Eosin färben und leicht concentrische Körper vortäuschen könnten. Es ist dies eine Beobachtung, der die bisher einzig dastehende analoge bei der Thymus des Frosches, welche S. Mayer[1] mitgetheilt hat, an die Seite zu stellen ist.

Eine genauere Beschreibung und Illustration dieser Verhältnisse, sowie eine vergleichende Untersuchung der Thymus bei anderen Knochenfischen und Selachiern soll später an dieser Stelle niedergelegt werden.

[1] S. Mayer, zur Lehre von der Schilddrüse und Thymus von den Amphibien. Acat. Anz. III. Jhrg., 1888, S. 97.

Über geschichtete Niederschläge bei Behandlung der Gewebe mit Argentum nitricum

von

Dr. **Hans Rabl,**

Assistenten am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Ich beabsichtige in der nachfolgenden Mittheilung eine Erscheinung zu besprechen, welche bei Einwirkung einer Silbernitratlösung auf verschiedene Gewebe entsteht und infolge der Regelmässigkeit ihrer Form leicht zu Täuschungen Veranlassung geben kann und thatsächlich bereits oft gegeben hat.

Ein geschichteter Niederschlag, der sich in Form paralleler regelmässiger Querstreifen präsentirt, wurde zuerst von Frommann[1] im Jahre 1864 an den Axencylindern der Nervenfasern beschrieben und von sämmtlichen Nachuntersuchern bestätigt, jedoch in äusserst verschiedener Weise erklärt.

Ebenso haben Thin[2] und Reeves[3] am Knorpel aus kleinen schwarzen Körnchen zusammengesetzte Bänder wahrgenommen, ohne dass ihnen jedoch die Ähnlichkeit derselben mit den an Nerven beobachteten aufgefallen wäre.

Bei Gelegenheit einer eingehenden Untersuchung des Central-Nervensystems mit salpetersaurem Silber ist es mir

---

1 C. Frommann, »Zur Silberfärbung der Axencylinder«, Virchow's Archiv, 31. Bd., 1864.

2 Thin, »On the structure of hyaline cartilage«, Quarterly journal of microscopical science, vol. XVI, 1875.

3 Reeves, »The matric of articular cartilage«, British medical journal, 1876.

gelungen, eine den Frommann'schen Streifen vollkommen gleiche Querstreifung des adventitiellen Bindegewebes der Blutgefässe aufzufinden und in Verfolgung dieser Entdeckung habe ich auch im Bindegewebe an anderen Orten, ebenso im Fettgewebe eine analoge Querstreifung darstellen können.

Es unterliegt somit gar keinem Zweifel, dass die bisher bekannte, ebenso wie die von mir aufgefundene Streifung auf eine und dieselbe Ursache zurückgeführt und nicht durch die Annahme einer bestimmten Structur des betreffenden Gewebes, sondern auf physikalischem Wege erklärt werden muss.

Indem ich nun zu einer ausführlichen Beschreibung dieser eigenthümlichen Erscheinung übergehe, will ich mich vor Allem zu den Querstreifen bei den Nervenfasern wenden, weil denselben dort die grösste Wichtigkeit beigelegt wurde.

Bekanntlich eignen sich zum Nachweis der erwähnten Querbänder vor Allem die Fasern der Centralorgane, an welchen Frommann ihre Darstellung auch zum ersten Male gelungen war. Er bediente sich dazu einer schwachen Silbernitratlösung von $^1/_2$—1 Gran Silbernitrat auf 1 Unze Wasser, in welche er Rückenmarkschnitte einlegte. Um die Streifung auch an peripheren Nerven zu erzeugen, erwies sich eine stärkere Lösung von 2 Gran auf 1 Unze Wasser vortheilhaft, während mit der schwachen meist nur die bei der Präparation aus ihren Markhüllen herausgerissenen Axencylinder gefärbt waren. Die Axencylinder erscheinen an derartigen Präparaten bald in ihrer ganzen sichtbaren Länge, bald nur an einzelnen Stellen quergestreift.

»Die Querstreifung tritt, sowohl an den breiten, als an den schmalsten Axencylindern hervor und zeigt nach Breite der Streifen und Dichte ihrer Stellung an verschiedenen Axencylindern, wie an einzelnen Abschnitten ein und desselben Axencylinders einige Verschiedenheiten. An einer Anzahl Axencylinder fanden sich neben den Stellen, wo die Querstreifung vollständig war, andere, wo meist an den Grenzen der Silbereinwirkung einzelne Streifen ganz in kleine, nach Durchmesser und Glanz ihnen gleiche und in Querreihen gestellte Körner zerfallen waren, oder wo die Continuität je eines Streifens nur durch ein oder ein paar solcher Körner unterbrochen

war... An manchen sehr schwach gefärbten Axencylindern waren Querstreifen gar nicht und statt ihrer nur die erwähnten Körner in bald regelmässiger, bald unregelmässiger Aneinanderlagerung und zwischen ihnen feine Fibrillen vorhanden«.

Ich habe diese Sätze Frommann's wörtlich citirt, weil sie, was Vertheilung, Form und Farbe der Querstreifen anbelangt, so zutreffend sind, dass es kaum möglich ist, etwas Neues hinzuzufügen. So genau jener Forscher aber die Querstreifen studirt hat, so wenig hat er sich an eine Erklärung derselben herangewagt. Nicht so seine Nachfolger. Vor Allem schien die ausserordentliche Regelmässigkeit in der Aufeinanderfolge der Streifen darauf hinzuweisen, dass die Ursache hiefür in der Structur des Axencylinders selbst gelegen sei.

Diese Ansicht haben auch Schwann[1] und Joseph[2] angedeutet, ohne jedoch weitergehende Schlussfolgerungen zu formuliren, während Grandry,[3] Schmidt,[4] Arndt[5] und neuestens Jakimovitch[6] dieselbe genauer präcisirt haben.

Grandry war es gelungen, die versilberten Nervenfasern durch Druck zu zerreissen, wobei die Trennung immer in der farblosen Partie des Axencylinders erfolgte, und auf diese Weise dunkle Scheiben isolirt wurden. Er schreibt deshalb den dunklen und lichten Querbändern einen gewissen Grad von Selbständigkeit zu und kommt zu dem Schlusse, dass der Axencylinder aus zwei Substanzen bestehe, die durch ihr physikalisches und chemisches Verhalten von einander verschieden seien und sich nicht mit einander mischten, so dass

---

1 Schwann, Bulletin de l'Académie des sciences de Belgique, 37 année, t. XXV.

2 M. Joseph, »Über einige Bestandtheile der peripheren, markhaltigen Nervenfasern«, Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1888.

3 Grandry, »De la structure intime du cylindre de l'axe et des cellules nerveuses«, Journal de l'anatomie et de physiologie de C. Robin, Paris 1869.

4 Schmidt, Monthly Microscop. Journal, XI, mai 1.

5 Arndt, »Etwas über den Axencylinder der Nervenfasern«, Virchow's Archiv, 78. Bd.

6 Jakimovitch, »Sur la structure du Cylindre-axe et des cellules nerveuses«. Journal de l'anatomie et de la physiologie, 24 année.

der Axencylinder aus Scheiben zweierlei Gattung aufgebaut sei, welche in regelmässigem Wechsel übereinander geschichtet sind.

Entgegen dieser Theorie fanden die übrigen der genannten Autoren, dass die Scheiben nicht die letzten Gebilde seien, in welche die Nervenfaser zerfalle, sondern dass als solche kleine Partikel aufgefasst werden müssten, welche die Scheiben zusammensetzen (nervous elements, Schmidt; Elementarkörperchen, Arndt[1]).

Nach Jakimovitch besteht der Axencylinder aus Fibrillen, die ihrerseits wieder aus zwei Substanzen bestehen, die in gleicher Weise abwechseln wie die Discs nach der Theorie Grandry's: »Indem eine Silbernitratlösung von gewisser Concentration auf eine dieser Substanzen in specifischer Weise einwirkt, färbt es dieselbe dunkelbraun und lässt die andere ungefärbt.... Nach langer Einwirkung von angesäuertem Wasser trennen sich die beiden Substanzen und die Primitivfibrille zerfällt zu den dunklen particules nerveuses«. Auf die weiteren Hypothesen über die Vertheilung dieser Partikel an gesunden und kranken, an functionirenden und functionslosen Nerven u. s. w., wie sie in den Arbeiten von Arndt und Jakimovitch enthalten sind, ist es überflüssig einzugehen, da alle diese minutiösen Beobachtungen werthlos sind, weil sie auf einer falschen Voraussetzung aufgebaut wurden.

Im Gegensatz zu den besprochenen Autoren haben Rumpf,[2] Morochowetz,[3] Obersteiner,[4] Lavdovsky,[5]

---

[1] Arndt gibt an (l. c. S. 339), dass er eine Querstreifung, welche er mit der Frommann'schen identificirt, auch an »Gold-, Palladium- und Osmiumsäurepräparaten gesehen, nach blossen Tinctionen mit Carminammoniak erkannt, ja selbst nach alleiniger Anwendung einer einfachen Lösung von 1% Ammon. chrom. noch wahrzunehmen vermochte«. Ich glaube, dass es sich hier um eine irrige Deutung jener Körnerreihen handelt welche von Arndt an Stelle der Fibrillen im Axencylinder beobachtet wurden. Wenn dieselben parallel neben einander angeordnet sind, ist es sehr leicht, den Eindruck von Querstreifen zu erhalten. Doch dürfen diese durchaus nicht mit den nach Silberbehandlung auftretenden homologisirt werden.

[2] R. Rumpf, »Zur Histologie der Nervenfaser und des Axencylinders«. Untersuchungen aus dem physiol. Institute zu Heidelberg. Bd. 2, 1882.

[3] L. v. Morochowetz, Notiz über die Wirkung des Silbernitrats auf die Nervenfaser; ebenda.

[4] Prof. H. Obersteiner, »Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane etc.« Leipzig und Wien, 1888.

[5] Lavdovsky, »Nouvelles données servant pour l'histologie, l'histoire du développement et la physiologie des nervs périphériques et des terminaisons nerveuses«. Journal de médicine militaire, 1884/5.

Schiefferdecker[1] u. a. m. die Querstreifung auf die den Axencylinder umgebenden Substanzen bezogen, wobei sie theils das Axolemm und eventuelle Falten desselben im Auge hatten, theils periaxiale Kreiscanäle supponirten (Morochowetz), welche zwischen dem Axencylinder und dem Klebs'schen periaxialen Spaltraume liegen sollten, während endlich Schiefferdecker eine regelmässige Schichtung des Niederschlages innerhalb seines periaxialen Spaltraumes der von dem Klebs'schen verschieden ist, angenommen hat. Sie stützten ihre Ansicht offenbar auf solche Präparate, an welchen die braunen Körnchen der Silberverbindung seitlich über den Axencylinder hinausragten und also thatsächlich, wenigstens zum Theil, periaxial lagen. Auch ich habe einzelne derartige Bilder gesehen, an allen übrigen Axencylindern jedoch — und ich habe sehr viele daraufhin geprüft — lagen die Körnchen innerhalb derselben. Sie lagen dem Axencylinder weder seitlich an, noch konnte man durch Einstellung mit der Mikrometerschraube eine Niveaudifferenz zwischen ihnen und den im Axenraume sichtbaren Längsstreifen nachweisen.

Unzweifelhaft lässt sich die Lage der Körnchen an Querschnitten von Nervenfasern feststellen, an welchen man das kreisrunde Feld des Axencylinders von Silberkörnern erfüllt sieht, wie dies schon Jakimovitch an entsprechend orientirten Zupfpräparaten beschrieben hat.

Ich muss mich also in der Deutung obiger Ausnahmen an Boveri[2] anschliessen und dieselben für eine Folge der Schrumpfung des Axencylinders erklären, durch welche die zwischen den Fibrillen befindliche Flüssigkeit herausgepresst wurde und daher auch der in dieser Randzone abgelagerte Niederschlag eine periaxiale Lage einnimmt.

Eine eigenthümliche und, wie ich vorwegnehmen will, die wahrscheinlichste Erklärung der Frommann'schen Streifen hat Boveri (l. c.) gegeben. Gestützt auf ein von Böhm ange-

---

[1] Schiefferdecker P., »Beiträge zur Kenntniss des Baues der Nervenfasern«. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXX.

[2] Th. Boveri, »Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern«. Abhandlungen der mathem.-physik. Classe der königl. bair. Akademie der Wissenschaften, 1886.

stelltes Experiment, wonach in einem mit filtrirtem Hühnereiweiss gefüllten Capillarröhrchen ein geschichteter Niederschlag entsteht, wenn man es mit einem Ende in eine verdünnte Silbernitratlösung stellt, nimmt er an, dass die Schichtung des Niederschlages im Axenraume einer Nervenfaser in gleicher Weise durch das allmälige Aufsteigen der Silbernitratlösung bedingt ist, welche bei der Ranvier'schen Einschnürung eintretend, jedesmal einen Niederschlag hervorbringt, wenn sie in genügender Concentration mit der zwischen den Fibrillen des Axencylinders befindlichen Flüssigkeit zusammentrifft. Die Schichtung würde sich demnach so erklären, »dass die eingedrungene Lösung durch den erfolgenden Niederschlag ihren Silbergehalt verliert, so dass eine Zeit lang reines Wasser vordringt, bis der Verlust wieder ersetzt ist, worauf abermals ein Niederschlag entsteht, dann wieder Wasser allein diffundirt u. s. w.« Wenn auch diese Erklärung der Querstreifung noch eines kleinen Zusatzes bedarf, um ganz einleuchtend zu sein, so scheint mir durch den Versuch Böhms jedesfalls die Wahrscheinlichkeit einer rein chemischen Lösung dieser Frage gegeben. Denn aus dem ersten Auftreten der Frommann'schen Streifen zu beiden Seiten des Schnürringes lässt sich wohl mit Bestimmtheit der Schluss ziehen, dass das Silber von der Einschnürung aus in den Axencylinder vordringt und ebenso gestattet das häufige Vorkommen der Querstreifung an den Fasern des Central-Nervensystems keine andere Erklärung, als dass sich bei diesen das Mark leicht ablöst und dadurch der Silberlösung auch andere Pforten eröffnet werden.

Trotzdem haben noch vor Kurzem Marenghi und Villa[1] eine andere Deutung der Streifen versucht, indem sie dieselben als den Ausdruck der in Trichterform um den Axencylinder angeordneten Spiralfasern auffassten, welche von Rezzonico[2] für die Fasern der nervösen Centralorgane, von Golgi[3] für die peripheren Nerven beschrieben worden sind. Ich bemerke dazu,

---

[1] Marenghi G. et Villa L., »De quelques particularités de structure des fibres nerveuses médullaires«. Archives italiennes de biologie, t. XV, 1891.

[2] Rezzonico, »Sulla struttura delle fibre nervose del midollo spinale«. Archivio per le scienze mediche. Vol. IV, 1881.

[3] C. Golgi, »Sulla struttura delle fibre nervose midollate periferiche e centrali«; ebenda.

dass entweder die genannten Forscher die echten Frommann'schen Streifen gar nicht vor Augen gehabt oder sich an jene Bilder gehalten haben, welche ich oben als durch Schrumpfung des Axencylinders bedingt erklärt habe. Die wirklichen Frommann'schen Streifen ziehen nicht vom Axencylinder zur Schwann'schen Scheide, sondern liegen — wie ich eben betont habe — durchaus in seinem Innern.

Um mich selbst über die Natur der Frommann'schen Streifen zu unterrichten, bediente ich mich der, soviel ich weiss, zuerst von Boveri und später unabhängig von diesem, von Joseph gefundenen Methode, wonach die Nerven auf mehrere Stunden in ein Gemisch von gleichen Theilen 1% Silbernitrats und 10% Salpetersäure gebracht werden. Als Material benützte ich vorzugsweise die weisse Substanz vom Rückenmark des Ochsen, daneben den N. Ischiadicus und verschiedene andere periphere Nerven des Frosches.

Wenn man die Präparate nach der Silbereinwirkung in Glycerin zerfasert und dem Sonnenlichte aussetzt, erhält man in grosser Menge an den Nerven der Centralorgane, spärlich an den peripheren Nerven die gewünschten Querstreifen. Statt sofort, nachdem die Silberlösung die nöthige Zeit[1] eingewirkt hatte, zu untersuchen, kann man die Stücke auch — ohne sie auszuwaschen — in eine 2% Lösung von Kalium bichromicum bringen und sie, indem man mit der Concentration dieser Flüssigkeit bis auf 5% steigt, bis zu ihrer Verarbeitung darin liegen lassen. Nach der Mittheilung Joseph's könnte man versucht sein zu glauben, dass das Einlegen in doppeltchromsaures Kali allein genügt, die Querstreifen hervorzurufen. Joseph gibt zwar nicht an, von welcher Concentration seine Lösung von Kalium bichromicum war, doch muss ich für jeden Fall der obigen Annahme entgegentreten und constatiren, dass die Querstreifung erst dann auftritt, wenn die Nerven dem Tageslicht, besser dem directen Sonnenlicht ausgesetzt werden.

Welcher Art der chemische Process ist, der bei Behandlung der Gewebe mit Argentum nitricum vorliegt, ist noch nicht

[1] Ich liess die Stücke gewöhnlich 24 Stunden, manchmal noch länger in dem Silbernitratgemisch liegen. Doch genügt auch schon eine kürzere Dauer der Einwirkung.

genügend klargestellt. Die ältere Anschauung darüber ist die, dass sich das Silbernitrat mit dem Eiweiss des Gewebes zu einem Silberalbuminat verbindet, aus dem sich unter Einfluss des Lichtes eine Silberverbindung in Form kleiner dunkelbraunrother Kügelchen ausscheidet. Es ist aber auch möglich, dass sich das Silbersalz mit dem Albumin durch Zusammenlagerung der Moleküle zu einem Silbernitrat-Eiweiss verbindet, analog jenem Vorgang, der sich bei Fällung des Harnstoffs aus seiner Lösung mittels Quecksilbersalze abspielt. Dass beim Übertragen des Stückes aus der Silberlösung in das doppelchromsaure Kali kein Niederschlag von dichromsaurem Silber entsteht, hat seinen Grund vor Allem in der Salpetersäure, welche dem Präparat anhaftet und sich mit dem doppelchromsauren Kali unter Bildung von salpetersaurem Kali und Chromsäure verbindet. Ausserdem vermag, wie Fick[1] berichtet hat und ich bestätigen kann, das Wasser ganz geringe Mengen von doppeltchromsaurem Silber zu lösen. Dass die kleinen Körnchen, deren regelmässige Anordnung die Querstreifung bedingt, nicht metallisches Silber sind, geht daraus hervor, dass sie sich in thioschwefelsaurem Natron lösen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich bemerken, dass dasselbe auch von dem Silberniederschlage gilt, der zwischen den Endothelzellen der serösen Häute, der Blut- und Lymphgefässe, den Muskelfasern etc. abgelagert wird. Es kann somit auch dieser nicht als metallisches Silber betrachtet werden, er muss vielmehr eine Verbindung desselben, wahrscheinlich ein Oxydationsproduct darstellen.

Wenn man nun die nach obiger Methode angefertigten Zupfpräparate vom Rückenmark durchmustert, begegnet man nicht nur quergestreiften Axencylindern in Menge, sondern findet auch an den zahlreichen, reich verzweigten Blutgefässen eine zierliche Querstreifung. Sie betrifft ihre Adventitia und bildet dort, wo nur eine sehr spärliche Lage von Fibrillen vorhanden ist, geschlossene, schwarze Ringe, welche um das dünne Gefäss gleichsam herumgesteckt sind, oder einfache Streifen, welche verschiedenen Bündeln angehören, die das Gefäss begleiten und dadurch leicht zu Verwechslungen mit

[1] R. Fick, »Zur Technik der Golgi'schen Färbung«. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, Bd. 8, 1891.

Nervenfasern Veranlassung geben können. In Fig. 8 ist ein Schnitt durch eine Leber dargestellt, an der die Blutcapillaren zierlich quergestreift sind. Hier können die Körnchen nur in dem Endothel selbst gelegen sein.

Nachdem ich einmal die Querstreifung an der Adventitia der Blutgefässe gefunden hatte, gelang es mir leicht, sie auch anderwärts darzustellen. Legt man ein Stück der bindegewebigen Kapsel eines drüsigen Organes, oder Musculatur, oder Submucosa des Darmes, u. dergl. — ich bediente mich sowohl menschlichen als thierischen Materials verschiedenster Herkunft — in das Salpetersäure-Silbernitratgemisch auf einen Tag und behandelt die Objecte mit doppelchromsauren Kali weiter, so erhält man nach kurz dauernder Einwirkung des Sonnenlichtes in jedem Präparate einzelne Bindegewebsbündel, welche genau dieselbe Querstreifung zeigen, wie die Axencylinder.

Es ist nicht nothwendig, hiezu ganz frische Gewebsstücke zu verwenden. Von Grandry und Joseph wird zwar behauptet, dass die Querstreifung der Nervenfasern nur an ganz frischen Objecten hervorgerufen werden könne; wie aber Jakimowitsch ausführt und ich zu bestätigen in der Lage bin, gelingt diese Reaction noch 24 Stunden post mortem und darüber. Dasselbe gilt von der Querstreifung des Bindegewebes. Dagegen ist es unmöglich, eine Querstreifung darzustellen, wenn die Stücke vor der Silberbehandlung der Einwirkung eines anderen Reagens unterworfen worden waren. Als Grundbedingung für das Gelingen dieser Methode darf also nicht die Intactheit des Zellprotoplasmas gelten, denn es ist nicht anzunehmen, dass dasselbe noch nach mehr als 24 Stunden lebensfähig sei, als vielmehr die Anwesenheit noch gelösten, unveränderten Eiweisses im Gewebe. Wie man sich auch durch den Versuch im Reagensglas überzeugen kann, vermag das durch Säuren oder Alkohol gefällte Eiweiss mit dem Silbernitrat keine durch Licht reducirbare Verbindung einzugehen. Wird das Gewebe durch kurze Zeit in fliessendem Wasser ausgewaschen, so misslingt der Versuch gleichfalls.

Wenn wir auf das Aussehen der Querstreifung im Bindegewebe näher eingehen, so finden wir sie — wie erwähnt —

in genau derselben Weise, wie sie schon lange bei den Nervenfasern bekannt ist. Auch hier tritt sie in 2 Typen auf, nämlich theils in Form scheinbar homogener, gelbbrauner Bänder, theils zusammengesetzt aus zahlreichen kleinen, runden Kügelchen von schwarzrother Farbe und verschiedenen Dimensionen. Zwischen diesen beiden Arten der Streifen findet sich ein ununterbrochener Übergang, indem eine grössere oder geringere Menge solcher Körnchen in einer scheinbar homogenen Masse eingebettet ist. Jene Bindegewebsbündel und Axencylinder, welche die homogene Streifung zeigen, sind im ganzen gelbbraun gefärbt und die Bänder nur durch eine dunklere Nuance hervortretend; diejenigen dagegen, welche nur Körnchen enthalten, erscheinen vollkommen farblos. Es müssen also die Fasern der ersten Art von der Silbernitratlösung stärker imprägnirt sein, respective von der reducirten Silberverbindung mehr enthalten als die der zweiten. Auf diese Weise erklärt sich auch das homogene Aussehen der Streifen bei jenen. Bei Anwendung homogener Immersion erkennt man, dass diese Streifen nicht vollkommen gleichartig sind, sondern dass im Innern lichte Flecken vorkommen. Ich glaube demnach — wie auch von anderen Autoren bereits ausgesprochen wurde — dass auch diese Streifen aus Körnchen zusammengesetzt sind, nur sind dieselben in grösserer Menge darin enthalten und ausserdem durch eine gefärbte Zwischensubstanz verbunden, so dass ihre Contouren nur selten hervortreten. Möglicherweise ist übrigens der Niederschlag in beiden Fällen chemisch nicht völlig identisch, wie man aus seiner verschiedenen Farbe schliessen möchte.

Ich will mich nun zur Besprechung jener Bänder wenden, welche zuerst von Thin und Reeves im Hyalin-Knorpel beobachtet und von ihnen als Ausdruck der lamellären Structur desselben gedeutet worden sind. Auf Grund meiner Präparate kann ich nur die Behauptung aufstellen, dass diese Streifen mit denjenigen, welche ich an den übrigen Örtlichkeiten gefunden habe, in Bezug auf Breite, Farbe, Körnung, gegenseitigen Abstand u. s. w. vollkommen übereinstimmen. Sie können daher auch nicht der Ausdruck von Lamellen oder von verschiedener Dichtigkeit der Grund-

substanz sein (Flesch).[1] Gegen die Annahme, dass sie einem rein chemischen Vorgang ihren Ursprung verdanken, scheint jedoch die Thatsache zu sprechen, dass eine gleiche Streifung auch durch andere Methoden erzeugt werden konnte. So gibt wenigstens Thin an, dass er durch Maceration von Knorpeln des Schafes in Humor aqueus und Blutserum die Bänder isoliren und durch Färbung mit Bismarckbraun auch auf Schnitten darstellen konnte.[2] Auch Reeves will durch Gold- und Anilinfärbungen ähnliche Präparate erhalten haben, und wenn auch Flesch, der sich mit jenen Streifen sehr eingehend beschäftigte, nicht im Stande war, dieselben zu färben, so sah er doch zufällig an einigen Präparaten — »feinen Schnitten, die er mit starken Vergrösserungen ohne jeden Zusatz im polarisirten Licht musterte — als dieselben einzutrocknen begannen, die Bänder auftreten und beim vollkommenen Trocknen wieder verschwinden«. Gegenüber allen diesen Angaben bleibt mir nichts anderes übrig als darauf hinzuweisen, dass aus allem dem noch immer nicht folgt, dass die Silberbänder und jene nach anderen Methoden auftretenden Streifen identisch sind und dass ein stricter Beweis dafür auch gar nicht erbracht werden kann.

Es ist immerhin möglich, wenn auch wenig wahrscheinlich, dass eine concentrische Schichtung in den Epiphysenknorpeln besteht, auf Grund der Silberbilder lässt sich aber eine solche nicht behaupten.

Die Streifen liegen nicht in der äussersten Zone, sondern, wie dies auch von allen übrigen Beobachtern angegeben wird, etwas einwärts von derselben, verlaufen parallel der freien Oberfläche des Knorpels und sind aussen schmal, mehr weniger homogen und durch engere Zwischenräume von einander getrennt, als in den inneren Partien, wo sie blos aus Körnchen bestehen und schliesslich gegen die Verkalkungszone zu verschwinden.

---

[1] Flesch, »Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels«. Würzburg, 1880, und »Bemerkungen zur Kritik der Tinctionspräparate«. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. II, 1885.

[2] Thin, »On the structure of Hyaline Cartilage«. Proceedings of the royal society, London, 1886.

So leicht die Querstreifung im Knorpel zu allerlei Hypothesen Veranlassung geben kann, so evident demonstrirt die zwischen den Fettzellen vorkommende (Fig. 5 und 6) ad oculos, dass es sich in allen diesen Fällen nur um eine rein chemische Erscheinung handelt. Wie aus den beigegebenen Figuren ersichtlich ist, ziehen sich durch das Fettgewebe Bänder, welche nicht die Zellen einzeln umgreifen, sondern sich von der Oberfläche der einen continuirlich auf die der anderen fortsetzen; an den Zellgrenzen erscheinen sie dunkler, weil man hier nicht auf eine einzige Lage von Körnchen sieht, sondern die Bänder durch die Dicke des Präparates in die Tiefe verfolgen kann. Da hier die Bänder in einer gewiss homogenen, structurlosen Masse liegen, welche als Gewebsflüssigkeit die Spalten zwischen den Fettzellen, den spärlichen Zügen lockeren Bindegewebes und dem reichentwickelten Capillarnetz ausfüllt, so lässt sich auch, von diesem Präparat ausgehend, ein Schluss auf die Entstehung der Querstreifen überhaupt ziehen.

Nach den Auseinandersetzungen Boveri's[1] ist es wahrscheinlich, dass der Silberniederschlag überall dort häufig zur Beobachtung gelangt, wo zwei Gewebselemente einander direct berühren. Er zieht zum Beweise hievon das Vorkommen des Silberniederschlages zwischen zwei nebeneinander liegenden Nervenfasern, zwischen den Blutkörperchen innerhalb eines Gefässes, zwischen Bindegewebsfibrillen und Remak'schen Fasern heran. Ich kann diese Beobachtungen vollkommen bestätigen, muss aber hinzufügen, dass ich nur dort einen Niederschlag gefunden habe, wo man annehmen konnte, dass im Moment des Eindringens der Silberlösung noch eine Schichte verkittender Flüssigkeit zwischen den Gewebselementen vorhanden gewesen sei. Wenn um eine vorher isolirte Zelle bei Zusatz von Silbernitrat kein Niederschlag entsteht, während ein solcher entstanden wäre, wenn ihre Verbindung mit den übrigen Zellen erhalten geblieben wäre, so ist es nicht nothwendig, die Adhäsion zwischen den Zellen als Ursache der Entstehung des Niederschlages heranzuziehen, wie es Boveri thut. Man kann diese Thatsache auch so erklären, dass die

[1] L. c.

Kittsubstanz rings um die Zelle durch die umgebende Flüssigkeit aufgelöst oder weggeschwemmt worden sei. Es scheint mir also nicht die Adhäsion als vielmehr das Vorhandensein von Gewebsflüssigkeit das wichtigste Moment zur Erklärung des Silberniederschlages zu bilden. Ich glaube, dass man das Recht hat, den geschichteten Niederschlag, wie er hier besprochen wurde, dem längst bekannten zwischen Endothelzellen, Muskelfasern etc. vorkommenden an die Seite zu stellen. Er ist bei gewissen Objecten eine ebenso regelmässige Erscheinung, wie die continuirlichen Silberlinien bei anderen. In allen Fällen handelt es sich jedoch nicht um eine specifische Kittsubstanz, als vielmehr um eine nicht organisirte, lymphatische Flüssigkeit, wie dies für die Kittsubstanz der Endothelzellen der Blut-, Lymphgefässe und serösen Häute schon von Schweigger-Seidel[1] mit Bestimmtheit ausgesprochen wurde.

Dass eine solche Eiweisslösung allen Anforderungen genügt, welche man an eine specifische Kittsubstanz stellen kann, halte ich durch den Hinweis auf die durch sie bedingte Adhäsion zwischen den Zellen und Fasern für genügend begründet. Dass der Silberniederschlag am häufigsten innerhalb enger Spalträume vorgefunden wird, lässt sich dadurch erklären, dass er infolge seiner Lage einerseits gehindert ist, der Schwere zu folgen, anderseits auch von im Präparat vorhandenen Strömungen nicht fortgeführt werden kann. Solche enge Spalträume stellen die Zwischenräume zwischen den Fibrillen des Axencylinders, respective des Bindegewebsbündels dar. An Rissenden versilberter Axencylinder, sowie an Stellen, an welchen die Auffaserung eines Bindegewebsbündels besonders deutlich hervortritt, gelingt es bei Anwendung sehr starker Vergrösserung zu sehen, dass die schwarzen Körnchen der Silberverbindung den Fibrillen nur anliegen und nie in ihnen selbst enthalten sind.

---

[1] F. Schweigger-Seidel, »Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argentum nitricum.« »Über Epithelien, sowie über die von Recklinghausen'schen Saftcanälchen, als die vermeintlichen Wurzeln der Lymphgefässe«. Berichte über die Verhandlungen der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, 18. Bd., 1866.

In welcher Weise die Silberbilder für die Structur des Knorpels zu verwerthen sind, muss ich dahingestellt sein lassen. Wollte man auch hier feine Spalten annehmen, so könnte man zunächst radiär gestellte Fibrillen supponiren, zwischen welchen das Silber in Schichten niedergeschlagen ist, wie zwischen den Bindegewebsfibrillen. Eine solche Annahme ist aber nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens über den wahrscheinlichen Faserverlauf im Hyalinknorpel unstatthaft, so lange sie einzig allein auf die Silberbilder gestützt ist und so lange diese noch eine andere Erklärung zulassen. Denn es ist nicht zu leugnen, dass eine Schichtung entstehen kann, wenn die Fibrillen auch in anderer Weise verlaufen, vorausgesetzt, dass keine besonderen Saftbahnen im Knorpel vorhanden sind. Die Thatsache, dass die Linien parallel der Knorpeloberfläche concentrisch verlaufen, weist nämlich mit Bestimmtheit darauf hin, dass die Grundsubstanz dem Vordringen der Silbernitratlösung weder wesentliche Hindernisse entgegensetzt, noch aber auch vorgezeichnete Bahnen darbietet.

Damit komme ich zu der schwierigen Frage nach der speciellen Ursache der Querstreifung.

Wie ich schon oben bei Erörterung der Theorie Boveri's dargethan habe, beweist das erste Auftreten der Silberlinien an den Nerven ober- und unterhalb einer Ranvier'schen Einschnürung, dass die Silberlösung nur in der Richtung des Arencylinders aufsteigen kann, dass also die Querstreifen immer senkrecht zu der Richtung verlaufen, in der die Silbernitratlösung vordringt. Thin erzeugte eine Querstreifung am Hyalinknorpel des Oberschenkels des Huhnes dadurch, dass er seine Oberfläche continuirlich mit Lapis in Substanz einrieb. Flesch legte die Knorpel des Frosches in toto in eine schwache Silberlösung. In beiden Fällen kann das Silber nur von der Oberfläche aus eindringen und dementsprechend ist der Verlauf der Bänder ein der Oberfläche paralleler.

An den Blutgefässen des Rückenmarkes lässt sich dasselbe nachweisen. Hier dringt offenbar die Lösung im perivasculären Raume vor und es verlaufen deshalb die Streifen fast immer senkrecht zur Längsrichtung des Gefässes. An den Ganglienzellen haben Grandry und Jakimovitch eine

gleiche Querstreifung wie an den Nervenfasern beschrieben. Ersterer gibt in Fig. 5 Tafel XI ein Bild, an dem sich deutlich die Fortpflanzungsrichtung der Lösung ersehen lässt. Das Silber muss nämlich selbstverständlich zuerst auf einen Fortsatz stossen und kann in diesem aufsteigend erst in die Ganglienzelle selbst eindringen. Ein Fortsatz nun ist in jener Figur eng gestreift, offenbar also zuerst von der Lösung getroffen worden, der vom gegenüberliegenden Pol der Zelle abgehende zeigt gleichfalls Streifen, die jedoch breiter sind; die seitlich abgehenden enthalten keine Querstreifen. Übrigens finden sich auch Ganglienzellen, an welchen alle Fortsätze quergestreift sind, und zwar sämmtlich zu ihrer Längsrichtung. Der Zellkörper zeigt dann eine Querstreifung, welche offenbar der resultirenden der verschiedenen Richtungen der einströmenden Silberlösungen entspricht.

An der Fig. 5, welche ich von der Querstreifung im Fettgewebe gegeben habe, sieht man gleichfalls die Streifen theilweise parallel dem freien Rande des Läppchens verlaufen. Interessant ist hier die Thatsache, dass der äusserste Rand die Querstreifen nicht zeigt, sondern gleichförmig gelbbraun gefärbt ist, wie ich dies oben auch für den Knorpel angegeben habe.

Was nun die specielle Ursache der so regelmässigen Querstreifung anbelangt, so habe ich bereits oben erwähnt, dass ich mich der Theorie Boveri's anschliesse, die die einzige ist, welche die Frommann'schen Streifen auf physikalischem Wege zu erklären sucht. Nur möchte ich Folgendes zu erwägen geben:

Wenn bei Berührung einer Silbernitrat- und einer Eiweisslösung ein Niederschlag entsteht, und dadurch die Silbernitratlösung an Silber verarmt, so ist es selbstverständlich, dass zunächst nur diese verdünnte Lösung vordringt. Durch die nachdringende Silbernitratlösung von der früheren Concentration würde jedoch diese Verdünnung rasch wieder behoben und es könnte somit ein neuer Niederschlag gebildet werden, der continuirlich mit dem ersteren zusammenhinge. Es ist also eine nothwendige Forderung, welche von Boveri ausser Acht gelassen wurde, zur Erklärung des lichten Zwischenraumes anzunehmen, dass das an dieser Stelle vorhandene Eiweiss

durch den Contact mit der vorausdiffundirenden Flüssigkeit die Fähigkeit verloren hat, sich mit dem Silbernitrat zu verbinden. Wenn wir bedenken, dass — wie ich oben erwähnt habe — durch kurz dauerndes Einlegen in Wasser schon die Erzeugung von Querstreifen in den verschiedenen Geweben vereitelt wird, so ist es immerhin möglich, dass die an Silbernitrat verarmte Lösung, welche entweder reines Wasser oder — was viel wahrscheinlicher ist — eine dünne Salzlösung darstellt, das Eiweiss an der Stelle des lichten Bandes in der eben besprochenen Weise verändert hat.

So viele Hypothesen sich zur Erklärung der Querstreifung aufstellen liessen, so möchte ich doch diese Theorie für die wahrscheinlichste halten, weil sie — wie dies schon Boveri genau ausgeführt hat — eine Erklärung für die Erscheinung enthält, dass die Querstreifen dort, wo die Silbernitratlösung zunächst einwirkt, ein anderes Aussehen darbieten als an jenen Stellen, welche von dem Eintrittspunkt der Lösung weiter entfernt sind.

Es ist längst bekannt, dass die Frommann'schen Streifen in der Nähe der Schnürringe eng aneinander liegen und scheinbar homogen sind, also den Typus I bilden, den ich früher bei Besprechung der Querstreifen an den Nervenfasern aufgestellt habe, dass sie aber an entfernteren Stellen in Körnchen zerfallen, breit und durch weite farblose Zwischenräume getrennt sind (Typus II). Ganz dieselbe Verschiedenheit zeigen auch die Bänder im Knorpel und Bindegewebe, wovon man sich insbesondere an Schnitten überzeugen kann. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte die sein, dass die Silbernitratlösung an dem Punkt der unmittelbaren Einwirkung nur ganz kurze Zeit benöthigt, um die lichte Zone zu durchsetzen und in die des nächsten dunklen Bandes zu gelangen, während sie an den von diesem entfernten Stellen länger braucht, um vorzudringen und daher auch der lichte Zwischenraum, der durch Einwirkung der ausgefällten Lösung entsteht, ein grösserer wird.

Figurenerklärung.

(Sämmtliche Figuren sind mit Reichert's Objectiv 7*a*, Ocular 3, bei mittlerer Tubuslänge gezeichnet.)

Fig. 1 und 2. Nervenfasern mit den Frommann'schen Streifen aus dem Rückenmark des Ochsen. Das Mark ist stark aufgefasert. Bei 1 sind die Streifen deutlich aus Körnchen zusammengesetzt, bei 2 homogen.

Fig. 3. Blutgefässe aus demselben Präparat. Querstreifen in der Adventitia. Bl = Blutkörperchen innerhalb des Gefässrohres. Die Gefässe sind theils (*a*) bei Einstellung auf die Blutsäule gezeichnet, so dass die Querstreifen nur zu beiden Seiten derselben zu sehen sind, theils (*b*) bei Einstellung auf die obere Gefässwand, so dass die Streifen als continuirliche Linien über das ganze Gefäss verlaufen.

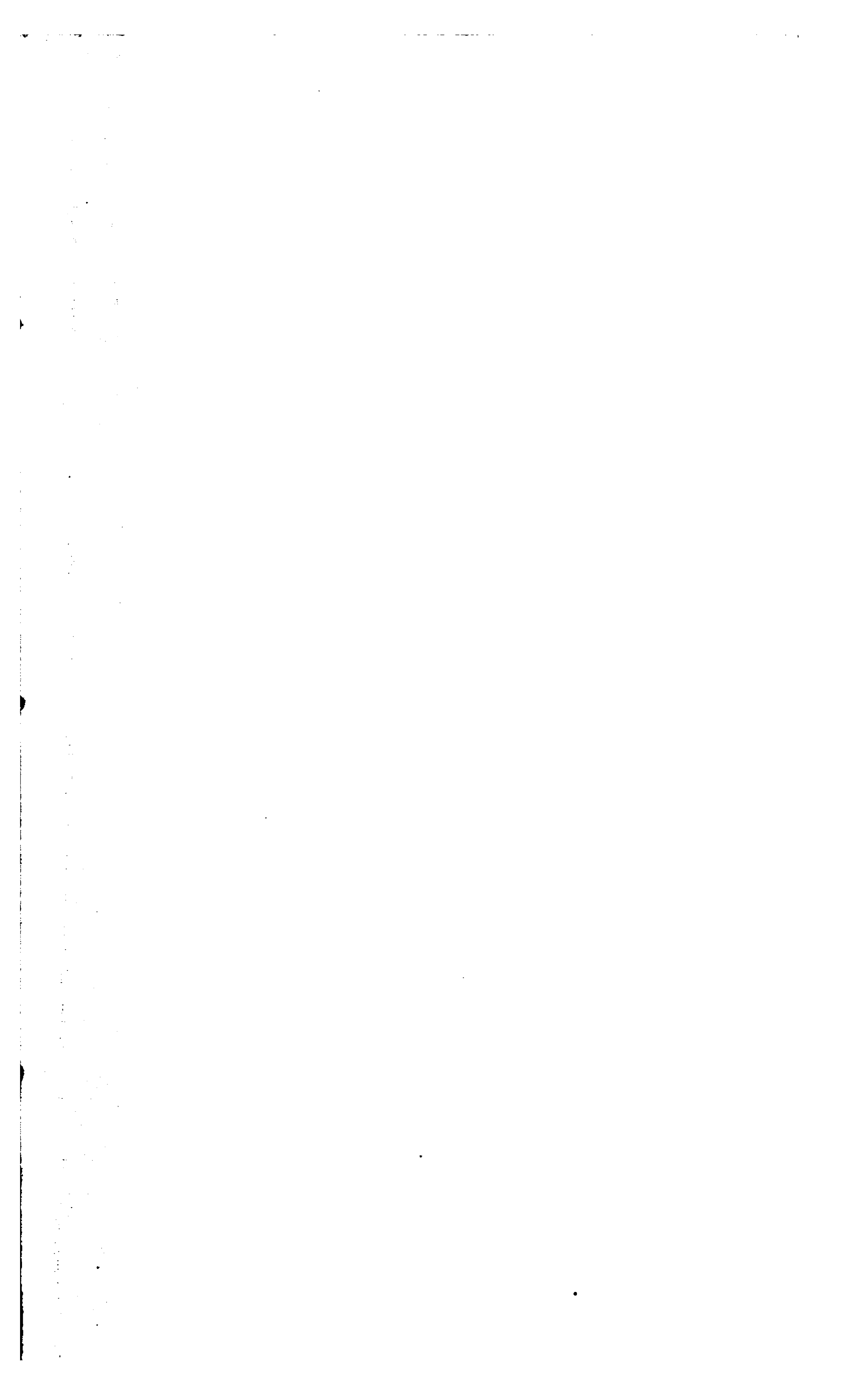
Fig. 4. Quergestreiftes Bindegewebe aus der Submucosa eines menschlichen Magens.

Fig. 5 und 6. Fettgewebe mit gestreifter Intercellularflüssigkeit.

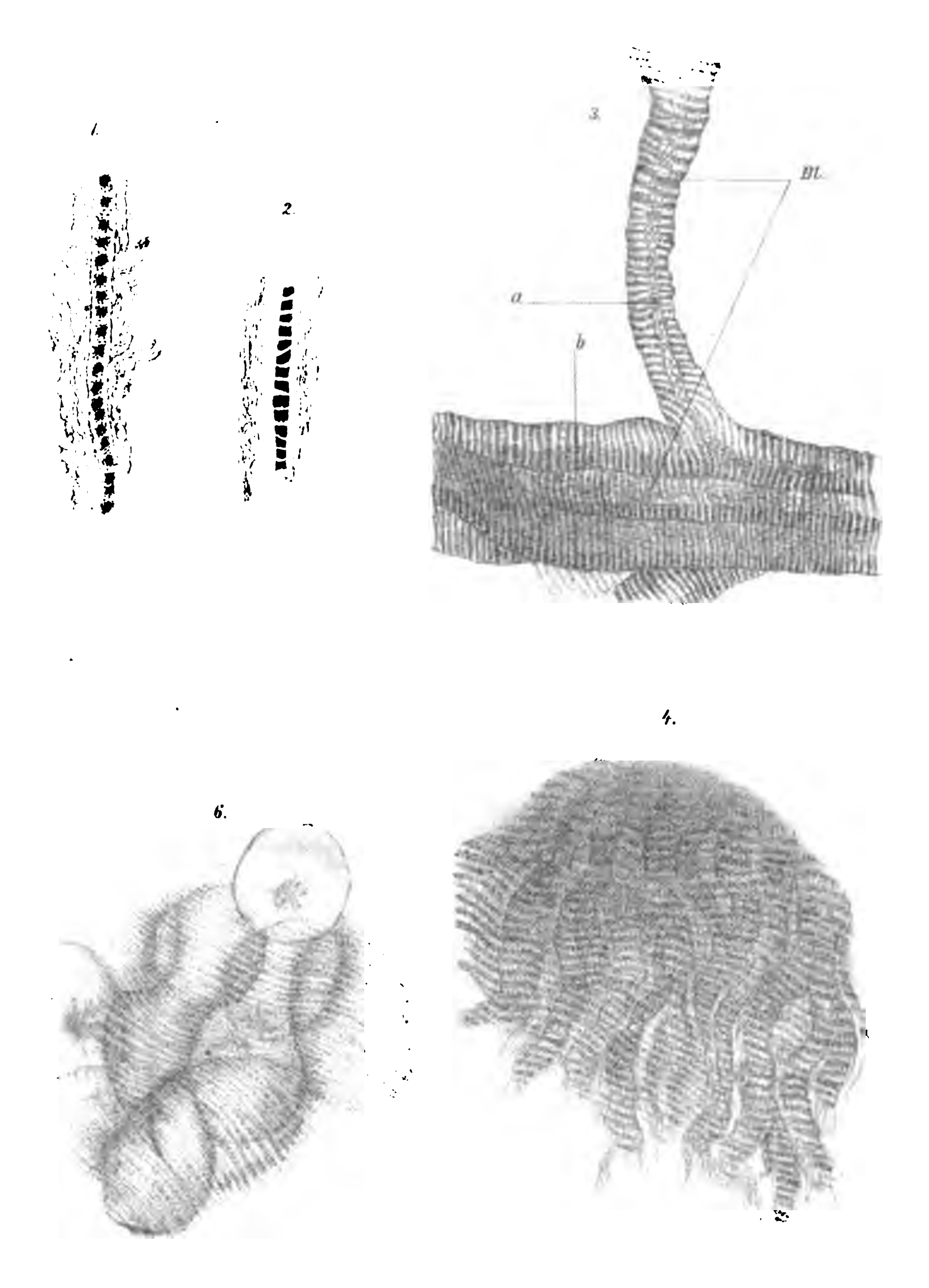
Fig. 7. Schnitt durch den Gelenksknorpel des Femurkopfes vom Frosch, der in toto auf 6 Stunden in $^1/_2$-procentige Silbernitratlösung gelegt und darauf dem Sonnenlicht ausgesetzt worden war.
a = aussen, unter dem Perichondrium;
i = innen, gegen das Centrum zu gelegene Partie.

Fig. 8. Schnitt aus einer Leber, Mensch. Die ausserordentlich weiten Capillaren zwischen den Leberzellen sind hier von einem gestreiften Endothel ausgekleidet.

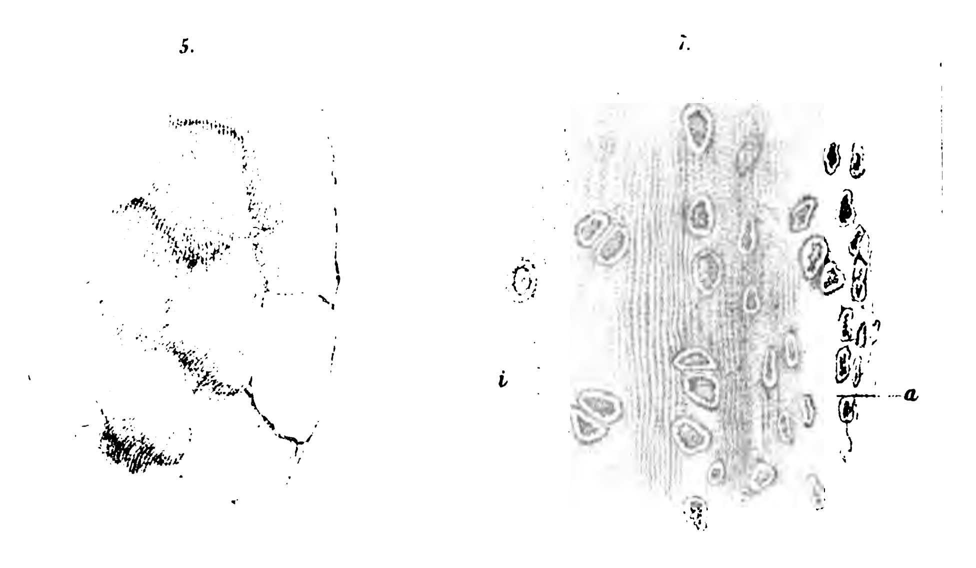
Sämmtliche Zeichnungen, mit Ausnahme von Fig. 7, wurden nach Präparaten angefertigt, die in $10\% \; HNO_3 + 1\% \; AgNO_3$ eingelegt, in $2—5\% \; K_2Cr_2O_7$ nachbehandelt und endlich dem Sonnenlicht ausgesetzt worden sind.

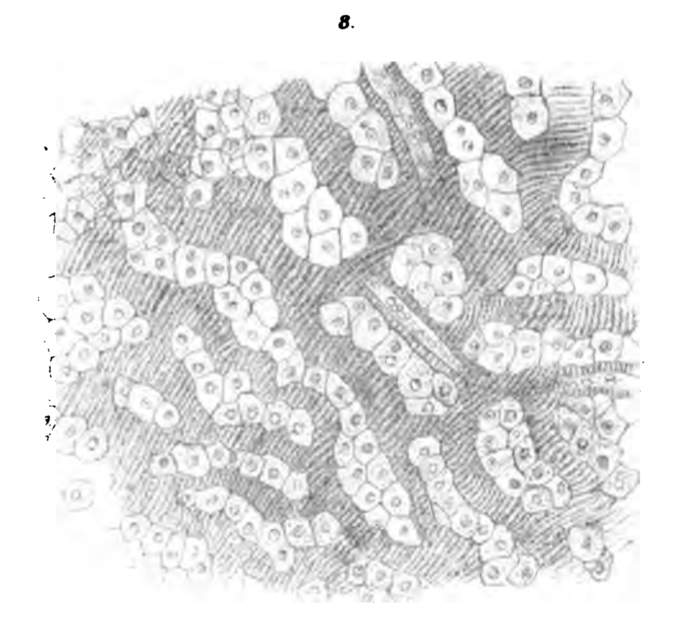


H. Rabl: Geschichtete Niederschläge durch Arg. nitr.

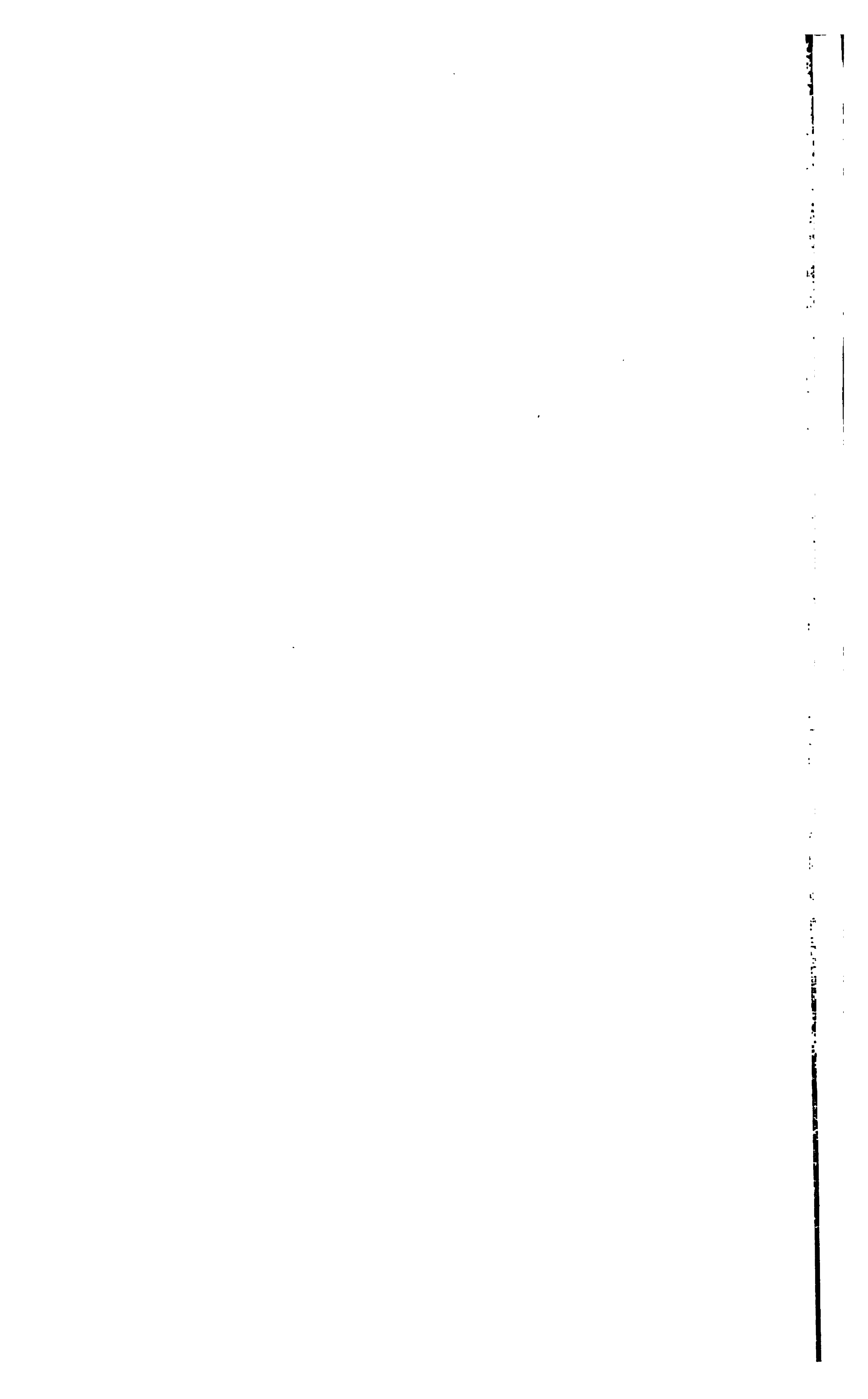


F. Meixner delin.





Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Das Rindenfeld, die subcorticalen Bahnen und das Coordinationscentrum des Kauens und Schluckens

von

Dr. **L. Réthi** in Wien.

Aus dem physiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

(Mit 13 Textfiguren.)

Der Zweck der nachstehenden Versuche war, die Rindencentren und die centralen Bahnen, durch deren Reizung die Schluckbewegung ausgelöst wird, aufzusuchen; dabei traten aber so innige Beziehungen des Schluckens zum Kauen zu Tage, dass auch dieses näher berücksichtigt werden musste. Dem Gang der Untersuchung folgend, habe ich die Besprechung in zwei Abschnitte getheilt; im ersten werden die Rindenfelder des Kauens und Schluckens und im zweiten die subcorticalen Bahnen, soweit sie im Grosshirn verfolgt werden können, behandelt. Die Versuche nahm ich an Kaninchen und zum Theil auch an Hunden vor und verwendete hiezu jüngere sowohl als auch ältere Thiere.

I. Die corticalen Centren des Kauens und Schluckens.

Zur Blosslegung der Grosshirnhemisphären wurde das Thier (Kaninchen) in der Äthernarcose in die Rückenlage gebracht und behufs leichterer Beobachtung der einzelnen Bewegungen der Kehlkopf, und nach Spaltung der Membrana thyreo-hyoidea auch der weiche Gaumen blossgelegt. Dann wurde es in der Bauchlage mittelst eines eigens construirten Maulkorbes, der nur den Oberkiefer fixirte und dessen unteres Blatt sich an den harten Gaumen stützte, während eine quere

Spange hinter die oberen Schneidezähne zu liegen kam, am Operationstisch fixirt, das Schädeldach mittelst Trepans und Knochenzange geöffnet und die vorderen und mittleren Grosshirnpartien freigelegt.

Die Reizung wurde mit dem faradischen Strom vorgenommen, und zwar wurde anfangs mit der Doppeltelektrode, später hingegen unipolar gereizt, in dem Sinne, dass eine Elektrode mit dem Maulkorb des Thieres verbunden wurde, während mit der anderen, in ein Glasröhrchen eingelassenen, feinen Platinelektrode die Hirnoberfläche abgetastet wurde.

Wurden nun die Rindenstellen nach vorne und aussen vom Rindenfeld der oberen Extremitäten gereizt, so konnten bei einem Rollenabstand von 12 bis 15 *cm* — die erforderliche Stromstärke wechselte bei verschiedenen Thieren und unter verschiedenen Umständen — vor Allem schöne Kaubewegungen hervorgerufen werden, und zwar waren bei Reizung der dem Extremitätencentrum zunächst gelegenen Stellen senkrechte Kieferbewegungen zu sehen, indem der Unterkiefer einfach gehoben und gesenkt und der Mund abwechselnd geschlossen und geöffnet wurde, während bei Reizung der mehr nach vorne und aussen gelegenen Rindenstellen vorwiegend seitliche Bewegungen des Unterkiefers stattfanden, ähnlich wie beim Wiederkäuen.

Dabei handelte es sich nicht etwa um einfache Contractionen der Masseteren oder der Mm. pterygoidei und temporales oder aller dieser Muskeln einer Seite, sondern es erfolgte typisches Kauen mit Lippen-, Zungenbewegungen etc.; ferner wurde nicht etwa jede einzelne Berührung der betreffenden Rindenstelle mit einer Contraction der Muskeln oder einem einmaligen Schliessen des Mundes beantwortet, und die Kaubewegungen waren nicht bloss so lange zu sehen, als die Berührung der betreffenden Rindenstelle mit der Elektrode dauerte, sondern sie überdauerten die Reizung noch um ein Beträchtliches, wovon weiter unten noch näher die Rede sein wird; schliesslich konnten die Kaubewegungen in gleicher Weise prompt von jeder der Hemisphären ausgelöst werden, ganz unabhängig davon, ob das Rindenfeld der anderen Seite intact war oder nicht.

Nun ergaben aber diese Versuche nebst den Kaubewegungen noch ein anderes, vom Standpunkte dieser Untersuchungen betrachtet, viel wichtigeres Resultat; bei Verfolgung der Kaubewegungen zeigte sich nämlich, dass sich denselben, wenn das Thier nicht zu tief narcotisirt oder sehr ermüdet war, in der Regel ein Schlingact anschliesst. Von jeder Stelle, deren Reizung Kaubewegungen zur Folge hatte, konnte auch ein Schlingact ausgelöst werden und das ganze System von Bewegungen, Kauen und Schlucken, ist von jeder der Hemisphären abhängig, ebenso wie dies für die Kehlkopfadductoren

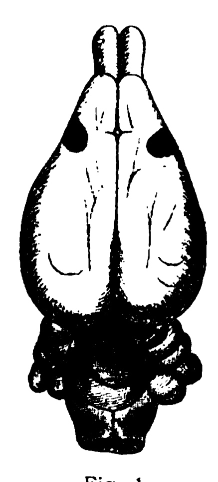


Fig. 1.
Gehirn eines Kaninchens von oben gesehen. Die schraffirten Stellen bezeichnen das Rindenfeld des Kauens und Schluckens.

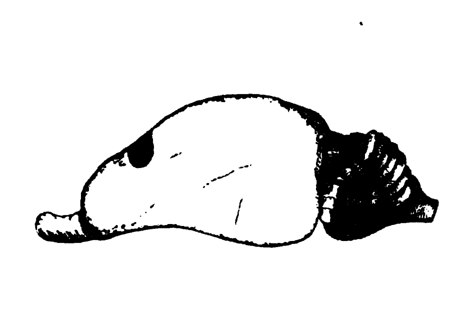


Fig. 2.
Gehirn eines Kaninchens von der Seite gesehen. Die schraffirte Stelle bezeichnet das Rindenfeld des Kauens und Schluckens.

von Semon und Horsley[1] nachgewiesen wurde. Die schraffirten Stellen in Fig. 1 (von oben gesehen) und Fig. 2 (von der Seite gesehen) bezeichnen demnach die Rindenfelder des Kauens und zugleich des Schluckens.

Das Thier macht einige typische Kaubewegungen und hält oft für einen Moment inne, worauf dann ein Schlingact erfolgt; zuweilen kaut es wieder und nicht selten schluckt es dann noch ein zweitesmal. Wie aus den bisherigen Ausführungen

---

[1] Semon und Horsley, Über die Beziehungen des Kehlkopfes zum motorischen Nervensystem. Deutsche med. Wochenschrift. 1890, Nr. 31.

hervorgeht, erfolgt der Schlingact nicht nur dann, wenn man die Elektrode auf den betreffenden Rindenstellen liegen lässt, sondern auch nachdem man dieselbe schon entfernt hat.

Betreffs der Aufeinanderfolge der Kaubewegungen und des Schlingactes ergaben sich verschiedene Modificationen. Einmal schloss sich der Schlingact den Kaubewegungen unmittelbar an, ein anderesmal lag eine kurze Pause dazwischen; einmal schloss die Succession der Bewegungen mit dem Schlingacte ab, ein anderesmal hingegen folgten noch einige Kaubewegungen nach; einmal bildete dieses nachträgliche Kauen den Schluss der hervorgerufenen Bewegungen, ein anderesmal wieder folgte auch der zweiten Serie von Kaubewegungen noch ein Schlingact.

Eine ähnliche Succession von Bewegungen, nämlich Umherhüpfen der Thiere (Kaninchen) unter Manègebewegungen konnte Nothnagel[1] von dem im Nucleus caudatus, nahe dem freien, dem Ventrikel zugekehrten Rand desselben gelegenen Nodus cursorius auslösen; Ziehen[2] meint in Übereinstimmung mit Ferrier[3] allerdings, dass es sich dabei um unbeabsichtigte Reizung der Vierhügel gehandelt habe.

Zur besseren Veranschaulichung habe ich diese Bewegungen des Kauens sowohl als des Schluckens graphisch aufgenommen; die Versuchsanordnung war dabei folgende: Das narcotisirte Thier (Kaninchen) wurde auf den Operationstisch festgebunden, der Kehlkopf freigelegt und mittelst feinen Pincettchen, Häkchen, welche durch Darüberschieben eines Ringes geschlossen werden konnten, einerseits die Cart. thyreoidea und anderseits der Unterkiefer gefasst. Die Häkchen waren mittelst feiner und mässig gespannter Seidenfäden an der Membran je einer Aufnahmskapsel (Tambour récepteur) und diese mittelst Gummischlauches mit je einer Schreibkapsel (Tambour enrégistreur) verbunden. Der Zug des Häkchens,

---

1 Nothnagel, Experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. Virch. Arch. 57. Bd.

2 Ziehen, Zur Physiologie der infracorticalen Ganglien und ihre Beziehungen zum epileptischen Anfall. Arch. für Psychiatrie. 21. Bd.

3 Ferrier, The functions of the brain, 1876. Deutsch übersetzt von Obersteiner, 1879.

welches am Schildknorpel befestigt war, fand in der Richtung nach unten, d. h. gegen das Schwanzende des Thieres statt, so dass die Aufnahmskapsel beim Schlingact aufgebläht wurde, und der Schreibhebel entsprechend der Hebung des Kehlkopfes einen negativen Ausschlag, eine Marke nach unten, zeichnete. Am Unterkiefer wurde das Häkchen derart befestigt, dass der Faden in der Bewegungsrichtung des Unterkiefers verlief, und der Schreibhebel beim Schliessen des Mundes ebenfalls eine negative Marke verzeichnete. Dann wurde ein Reizschreiber und ein auf Secunden eingestellter Zeitschreiber eingeschaltet, sämmtliche vier Schreibhebel senkrecht übereinander gestellt und die Curven auf einen berussten Kymographioncylinder verzeichnet.

Die unterste Curve veranschaulicht die Dauer der Reizung, auf der zweiten Curve von unten bedeutet die Entfernung zweier Marken von einander je 1 Secunde. Die dritte Curve bezieht sich auf die Kieferbewegungen; dabei sieht man nicht bloss Ausschläge nach unten, d. h. Adductionsbewegungen, sondern auch positive Marken, d. h. Abductionsbewegungen des Unterkiefers.

Die oberste Curve veranschaulicht die Bewegungen des Kehlkopfes, doch sind in ihr auch die Kaubewegungen als kleine Ausschläge zum Ausdruck gekommen, weil sie mit Bewegungen des Kehlkopfes einhergehen, während die eigentliche Schlingbewegung stets durch einen grossen Ausschlag gut markirt erscheint, und andererseits sind oft auch bei der Kiefercurve während des Schluckens Bewegungen verzeichnet, die nicht als eigentliche Kaubewegungen, sondern als passive Verschleppungen des Kiefers durch die Schluckbewegung zu betrachten sind, da bei der Schluckbewegung sich auch der Kiefer ein wenig verschiebt.

Auf Fig. 3 sieht man unmittelbaren Anschluss des Schlingactes an die Kaubewegungen, welche zuweilen längere Zeit, einmal 12 Secunden, andauerten; Fig. 4 zeigt eine Pause zwischen Kaubewegungen und Schlingact, die 5 Secunden beträgt; auf dieser Figur sieht man auch, wie die Kaubewegungen sogleich mit dem Beginn des Reizes einsetzen, während sie auf Fig. 5 erst nach dem Aufhören desselben beginnen. Fig. 6 zeigt ein Wieder-

auftreten von Kaubewegungen noch nach Ablauf des Schlingactes und Fig. 7 nach einmaliger Reizung zwei aneinander gereihte Systeme, jedes aus Kaubewegungen und Schlingact bestehend.

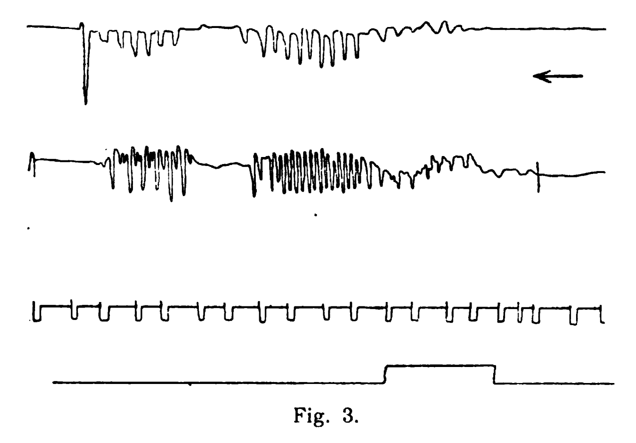
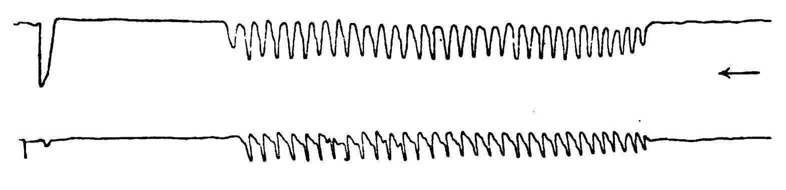


Fig. 3.

Der Reiz dauerte durchschnittlich 3 Secunden und wirkte nicht selten 13—16 Secunden nach, während welcher Zeit sich die Kaubewegungen und der Schlingact abspielten.



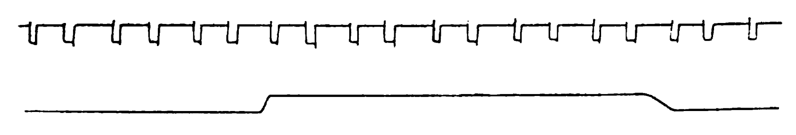
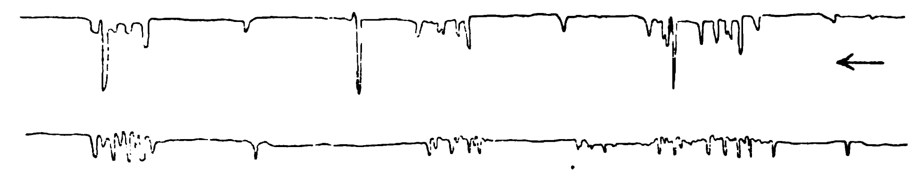


Fig. 4.

Es lag somit ein System von vielen, auf einem grossen Gebiete sich abspielenden und höchst complicirten, dabei aber dennoch zweckmässig aneinander gereihten Bewegungen vor, und es handelte sich nun darum, zu entscheiden, ob der Schlingact, der sich an die Kaubewegungen anschliesst, lediglich durch Reizung der Rindenstelle ausgelöst wird, oder ob er

vielleicht nur desshalb erfolgt, weil die Rachengebilde durch den angesammelten Speichel oder durch die Zungenbewegungen während des Kauens oder durch beides zugleich gereizt werden.

Um dies klarzustellen, schaltete ich vorerst die Sensibilität des Rachens und der Mundhöhle aus, indem ich die Nn. glossopharyngei, die Rami pharyngei vagi und die Rami linguales beiderseits herauspräparirte und durchschnitt und dann die Rindenstelle reizte, nachdem ich mich vorher noch überzeugt hatte, dass mechanische Reizung der Rachengebilde keinen Schlingact auslöst. Es zeigte sich nun, dass die Kaubewegungen auch jetzt regelmässig von einem Schlingact gefolgt werden, doch war derselbe nur rudimentär; der Kehl-



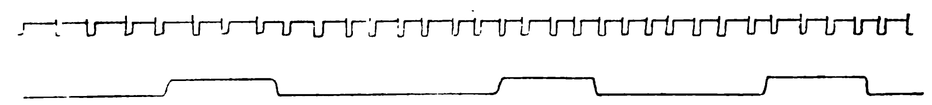


Fig. 5.

kopf wurde nur wenig gehoben, weil ja die Rami pharyngei vagi, welche einem grossen Theil der bei der Schlingbewegung in Action tretenden Muskeln (Mm. stylo-pharyngei, Rachenconstrictoren, Mm. palato-glossi und palato-pharyngei und Levator veli palatini) motorische Fasern zuführen, durchschnitten waren.

In einer anderen Reihe von Versuchen habe ich die Kiefer- und Zungenbewegungen ausgeschaltet und auf diese Weise eine mechanische Reizung der Rachengebilde und eine auf diesem Wege vermittelte Auslösung des Schlingactes verhindert; ich habe die Weichtheile von der inneren Umrandung des Unterkiefers von unten her derart abgelöst, dass die Zunge nach unten durchgezogen werden konnte, und eine Berührung

des Zungengrundes mit dem Gaumen durch kräftiges Herausziehen der Zunge, sowie energische Abducirung des Unterkiefers unmöglich gemacht. Wurde nun der Rindenbezirk für das Kauen gereizt, so fand bei jeder versuchten Adductionsbewegung des Unterkiefers zwar nur mehr eine seitliche Verschiebung des Zungengrundes statt, aber es erfolgte auch jetzt noch anschliessend ein Schlingact.

Überdies habe ich dann noch die Masseteren und Pterygoidei vom Unterkiefer vollständig abgelöst und den mittleren Theil des Unterkiefers an beiden Unterkieferwinkeln abgekneipt, aber man sah den intendirten Kaubewegungen auch jetzt noch einen Schlingact nachfolgen. Schliesslich habe ich bei anderen

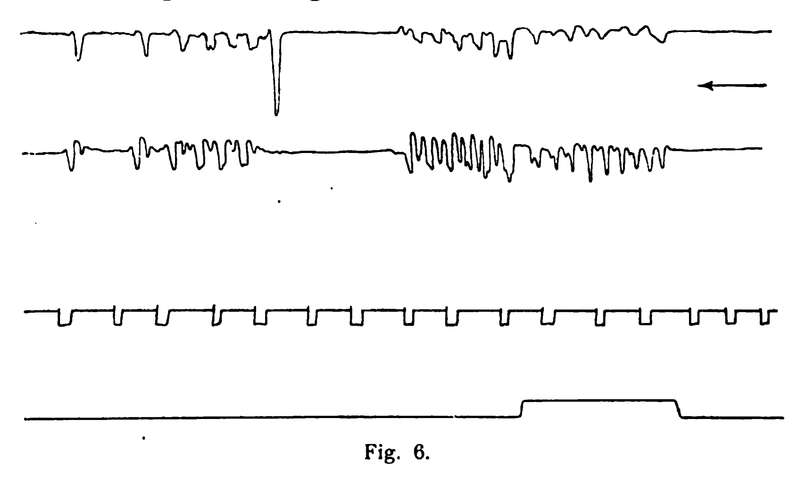


Fig. 6.

Thieren nach Ablösung der Kaumuskeln und Entfernung des Unterkiefers die Zunge am Zungengrund amputirt, so dass die Kaubewegungen nicht einmal mehr angedeutet waren, aber bezüglich des Schlingactes änderte sich nichts und es folgte, nachdem der Reiz eine Zeitlang eingewirkt hatte, auch jetzt ein Schlingact nach.

Diese Bewegungen habe ich in den verschiedenen Stadien der Operation graphisch aufgenommen. Fig. 8 zeigt die Kaubewegungen mit nachfolgendem Schlingact bei intacter Motilität der beim Kauen und Schlucken in Betracht kommenden Theile; die oberste Linie bezieht sich auf die Bewegungen des Kehlkopfes, die nächste auf diejenigen des Unterkiefers und

man sieht typische Kau- und Schluckbewegungen wie auf Fig. 3. Auf Fig. 9 sieht man die Curven bei herausgehaltener Zunge nach Entfernung des medianen Unterkieferstückes: Von·

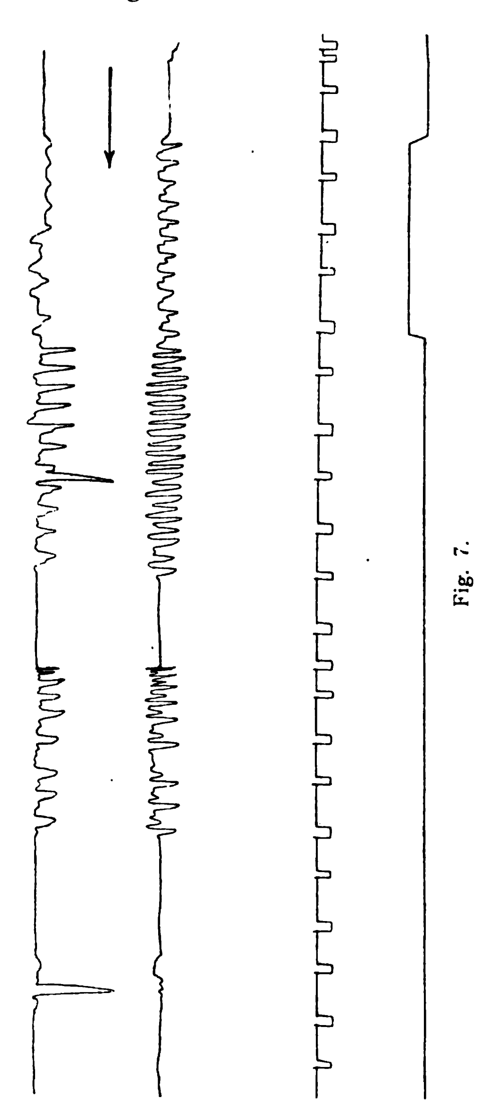


Fig. 7.

den Kaubewegungen sind noch Spuren zu sehen, während die Schluckmarke unverändert erscheint und fast zur selben Zeit (5—6 Secunden) nach Beginn des Reizes auftritt, wie vorher,

und schliesslich zeigt Fig. 10 die Curven nach Amputation der Zunge und Ablösung der Kaumuskeln vom Unterkiefer: Die Kaubewegungen sind gar nicht mehr zu sehen, der Schlingact ist jedoch auch hier vollkommen gut markirt.

Es muss bemerkt werden, dass die Aufnahme der Curven in den einzelnen Phasen der Operation nicht immer unter denselben Bedingungen stattfand, indem die Spannung der Membranen an den Trommeln wahrscheinlich nicht genau dieselbe blieb, da die Häkchen bei jedem Eingriff entfernt und dann neuerdings angelegt werden mussten.

Was nun die Literatur der Kaubewegungen betrifft, so wird ihres motorischen Rindenfeldes von mehreren Autoren Erwähnung gethan. Wundt[1] fand beim Hunde »das Centrum für die Kaumuskeln im vorderen Theil desselben (suprasylvischen) Gyrus, dessen hinteres Ende das Facialiscentrum birgt.«

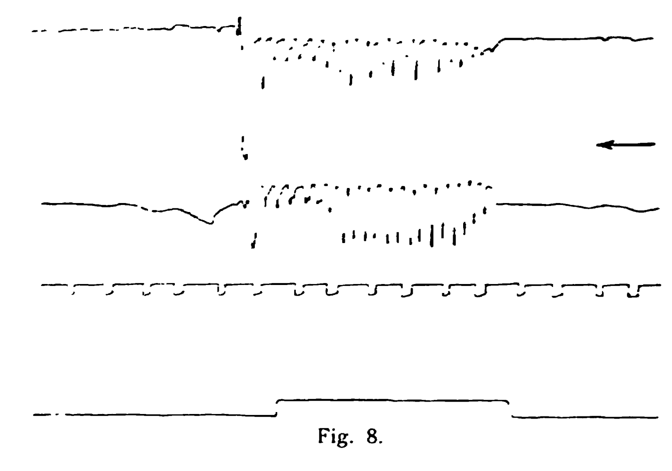


Fig. 8.

Ferrier[2] gibt an, beim Affen vom unteren Ende der vorderen Centralwindung in gleicher Höhe mit der untersten Stirnwindung, Öffnung des Mundes mit Vorstrecken oder Zurückziehen der Zunge bekommen zu haben und sagt, dass oft auch nach Entfernung der Elektrode noch abwechselnd Öffnen und Schliessen des Mundes stattfand; er hebt hervor, dass die

[1] Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig, 1873. S. 168, Anmerkung 2.

[2] Ferrier, l. c. S. 157.

Bewegungen hier deutlich bilateral auftreten. Von der analogen Stelle bekam er beim Hunde Öffnen des Mundes und Bewegungen der Zunge, und ebenso konnten beim Kaninchen und Meerschweinchen durch Reizung eines grossen Theiles des frontalen Hemisphärenabschnittes Retraction und Elevation des Mundwinkels mit häufigen Kaubewegungen hervorgerufen werden.

Ferner gibt Marcacci[1] an, beim Schafe nebst den motorischen Rindenfeldern für die Flexion des Vorderbeines, für die Drehung des Nackens und die Gesichts- und Zungenbewegungen (Lecken) am Fuss der Stirnwindungen auch solche für die Kaubewegungen gefunden zu haben.

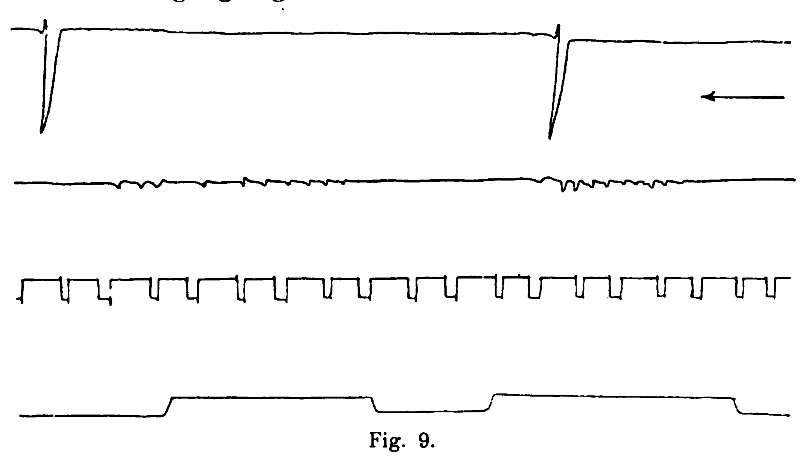


Fig. 9.

Tarchanoff[2] hat an neugeborenen Meerschweinchen Versuche gemacht und um den Sulcus cruciatus herum motorische Centren für die Gesichtsmusculatur, das Kauen und die Extremitäten gefunden.

Langlois[3] hat diese Versuche von Tarchanoff wieder aufgenommen und sagt Folgendes: »Celui (nämlich das Centrum) de la mastication m'a paru beaucoup plus facile à

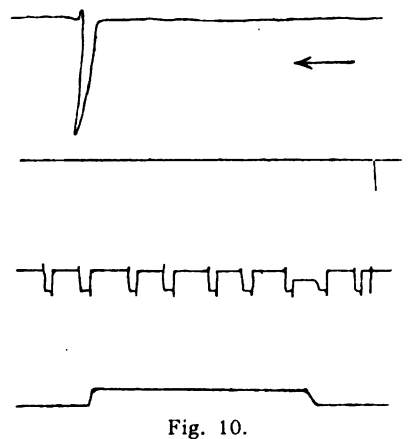
[1] Marcacci, Determinazione della zona eccitabile nel cervello pecorino. Arch. ital. per le mal. nervose. 1877.

[2] Tarchanoff, Sur les centres psychomoteurs des animaux nouvau-nés. Rev. mens. de méd. et de chir. 1878.

[3] Langlois, Note sur les centres psychomoteurs des nouveau-nés. Compt. rend. hebd. des séances et mém. de la Soc. de biologie, 1889.

déterminer......En employant le courant relativement faible, on obtient un mouvement très net de mastication, se dessinant toujours primitivement du coté opposé à l'excitation, quand on porte les électrodes à 4 ou 5 *mm* en dehors de l'extremité du sillon crucial. Même chez les cobayes de moins d'un jour, j'ai pu noter quelquefois la localisation du centre masticateur, mais je dois dire, que les résultats les plus nets et les plus constants ont été obtenus avec des animaux âgés de quarante-huit heures au moins.«

Zu meinen Versuchen habe ich sowohl jüngere, allerdings nicht neugeborene, als auch ältere Kaninchen verwendet und bei allen ziemlich gleiche Resultate bekommen, wenn nicht etwa die Narcose zu tief oder das Thier zu ermüdet war.


Fig. 10.

G. Masini[1] spricht von Contractionen der Rachen- und Kehlkopfmuskeln und sagt, dass die Rindenfelder derselben von einander nicht scharf abgegrenzt sind, aber von Kaubewegungen von einer Succession coordinirter Bewegungen ist da nirgends die Rede. »Non è isolata, ne distinta ma si confonde con gli altri centri motori. Più intimamente con i centri motori della faringe, velopendolo, lingua meno intimamente con gli altri.... Uno degli esperimenti più chiaro e dimostrativo fu quello nel quale eccitando, a punti staccati, su tante linee parallele al solco crociato dalla quinta a tutta la postcrociata, si vedeva aumentare o diminuire la reazione laringea a secondi della diverse sezioni eccitate, associandosi a reazione di altri gruppi muscolari, tanto più intensa per quanto era minore quella della glottide, e tanto minore in questi, quanto maggiore in quella.«

[1] G. Masini, Nuove ricerche sui centri motori corticali della laringe. Giorn. de la R. accad. di Med. di Torino. LI., Nr. 2 und 3.

Was die experimentellen Forschungen über das Schlucken betrifft, so liegen Angaben von Krause[1] vor; dieser Forscher hat an Hunden bei Reizung des Gyrus praefrontalis des Scheitellappens in seiner »seitlich nach unten abfallenden Flucht« mit schwachen Strömen »oft zuerst sich häufig wiederholende Schluckbewegungen«, Zusammenziehung der vorderen Halsmusculatur mit Hebung des Kehlkopfes, Hebung des Gaumensegels, Contractionen des oberen Rachenschnürers, wie auch des hinteren Theiles des Zungenrückens und der Arcus palatoglossi erzielt und sagt: »In der bezeichneten Rindenpartie haben wie die Region der Fühlsphäre ausser für die vordere Halsmusculatur auch für die Bewegungen des Kehlkopfes und des Rachens zu suchen und haben sie ausserdem als bei der Auslösung des ersten und willkürlichen Theiles des Schluckactes mitbetheiligt anzusehen.« Durch Exstirpation dieser Stelle konnte er keine Veränderung im Schluckmechanismus wahrnehmen.

Dass von dieser Rindenstelle beim Hunde Bewegungen des Unterkiefers und insbesondere kräftige Retraction der Zunge, sowie Bewegungen des weichen Gaumens (starke Querspannung, Trigeminus) ausgelöst werden können, davon habe ich mich auch überzeugt.

Wir sehen demnach, dass durch Reizung der nach vorne und aussen vom Rindencentrum der Extremitäten gelegenen Rindenstellen eine Reihe von complicirten, zweckmässig aneinander gereihten Bewegungen ausgelöst werden kann, dass es sich nicht bloss um die Abhängigkeit einzelner Muskeln von dieser Rindenstelle handelt, sondern um eine Coordination von Bewegungen, dass die Kaubewegungen in der Regel von einem Schlingact gefolgt werden und der Schlingact gleichsam den Abschluss einer einmal mehr, ein anderesmal minder grossen Zahl von Kaubewegungen bildet; die Bewegungen folgen nicht aus dem Grunde aufeinander und insbesondere schliesst sich ein Schlingact den Kaubewegungen

[1] Krause, Über die Beziehungen der Grosshirnrinde zu Kehlkopf und Rachen. Du Bois-Reymont's Arch. für Anat. und Physiologie. 1884, S. 203.

nicht desshalb an, weil eine Bewegung durch Reizung der Rachengebilde reflectorisch die nächste auslöste, sondern die ganze Succession von Bewegungen erfolgt durch Reizung der Rinde an einer bestimmten Stelle. Die Bewegungen haben ihre Vertretung in jeder Hemisphäre

II. Die infracorticalen Bahnen und das Coordinationscentrum des Kauens und Schluckens.

Es handelte sich nun darum, die Bahnen, auf welchen die Erregungen für die Bewegungen des Kauens und des nachfolgenden Schluckens ablaufen, in ihrem weiteren Verlaufe unterhalb der Rinde in den Hemisphären weiter zu verfolgen und insbesondere festzustellen, von wo noch eine Succession von Bewegungen ausgelöst werden kann und wo dieselbe aufhört.

Über die Stellen, von denen man unterhalb der Hirnrinde Kaubewegungen hervorrufen kann, finden wir in der Literatur nur spärliche Angaben. Nach Ferrier[1] ergab Reizung des Corpus striatum bei Affen, Katzen, Hunden und Kaninchen allgemeine Muskelcontractionen der anderen Körperhälfte und tonische Contraction der Gesichtsmusculatur, doch ist beim Kaninchen der Pleurosthotonus nicht so vollständig und während der Reizung kein tonischer Krampfzustand der Muskeln vorhanden, ausserdem bestand aber zugleich Mastication. Reizung des Thalamus opticus hatte wie bei anderen Thiergattungen auch beim Kaninchen keine motorischen Erscheinungen zur Folge; Ferrier hält denselben für unerregbar und sagt, dass (S. 268) »elektrische Reizung der Sehhügel keine motorischen Erscheinungen nach sich zieht.«

Ziehen[2] sah ein einzigesmal beim Einstich am äusseren Rand des corpus striatum, der »bis in den vorderen Schenkel der inneren Kapsel reichte,« Mastication und bei faradischer Reizung mit mittleren Stromstärken (11—12 *cm* Rollenabstand)

[1] Ferrier, l. c. S. 176.

[2] Ziehen, l. c. S. 875 u. ff.

nebst Flimmern des Orbicularis oculi und Spreizung der Vorderpfote meist auch Mastication, die »am leichtesten einzutreten pflegt.« »Mechanische und faradische Reizung des Corpus striatum«....»erzeugt nur gelegentlich motorische Erscheinungen und zwar lediglich einmalige Contraction oder, die Reizung nicht überdauernde tonische Contractionen, wie sie auch bei gleicher Reizung der nahe gelegenen grossen motorischen Bahn beobachtet werden. Mastication und Flimmern der Facialismusculatur bilden vielleicht eine Ausnahme.«

Schnitte im vorderen Theil des Thalamus opticus ergaben unter Anderem auch Mastication. Faradische Reizung an der Sehhügeloberfläche mit schwachen Strömen (14 *cm* Rollenabstand) blieb erfolglos, hingegen hat er »bei starken Strömen beiderseitiges Blinzeln, Nystagmus, Mastication, Kopfdrehungen, einmalige Contraction der gekreuzten und zum Theil auch gleichseitigen Mund-, Facialis-, Vorderbein- und Hinterbeinmusculatur beobachtet; es liegt nahe, diese Erscheinungen auf Stromschleifen auf die innere Kapsel zu beziehen.«

Schluckbewegungen, welche durch Reizung von subcorticalen Stellen innerhalb der Grosshirnhemisphäre ausgelöst wurden, finde ich in der Literatur nirgends verzeichnet.

In meinen Versuchen war die Anordnung folgende: Ich legte bei Kaninchen die Grosshirnoberfläche durch Abtragung des Schädeldaches bloss, überzeugte mich vorher noch davon, dass bei Reizung der oben beschriebenen Rindenbezirke Kaubewegungen mit nachfolgendem Schlingact eintreten, führte einen frontalen Schnitt durch das ganze Grosshirn in der Ebene dieser corticalen Stellen und entfernte dann den vorderen abgetrennten Theil; die Blutung war eine mässige und stand bald nach Einlegen von Penghawar Djambi.

Es zeigte sich nun, dass durch diese Schnittführung die Kau- und Schluckbahnen eine grössere Strecke weit blossgelegt wurden: beim Abtasten der Schnittfläche mit der Elektrode konnten nämlich Kau- und Schluckbewegungen in einer Strecke ausgelöst werden, welche von der Rindenstelle nach

innen unten etwa bis zu $^2/_3$ der Höhe des Querschnittes verlief. Die Bahnen ziehen demnach von aussen oben in einer mehr oder weniger frontalen Ebene nach innen unten.

Indem nun, dem ersten mehr oder weniger parallel, mehrere Schnitte von 2—3 *mm* Dicke geführt wurden, war eine weitere Verfolgung der Bahnen möglich und es gelang stets durch Reizung einer scharf umschriebenen, stecknadelkopfgrossen oder etwas grösseren Stelle von jeder Hemisphäre dieselben Erscheinungen hervorzurufen. Diese Stelle lag nach einer Bestimmung des Herrn Prof. Obersteiner im unteren Theil der inneren Kapsel. Durch einige weitere Schnitte liessen sich diese Bahnen bis an die Regio subthalamica verfolgen: gelangte ich jedoch auf diese Weise in den Hirnschenkel, so hörte mit einemmale die Succession von Bewegungen, das Kauen und Schlucken, auf und es trat dann nur mehr Contraction der Masseteren ein.

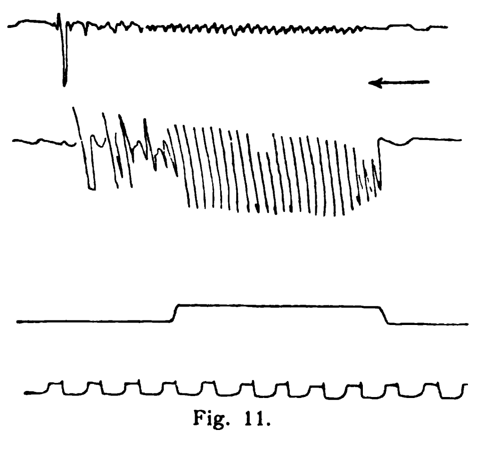
Es befindet sich also unterhalb, oder innerhalb des Thalamus opticus, ein zwischen den Stabkranzfasern und den Fasern des Pedunculus cerebri eingeschaltetes Centralorgan, in dessen Function es liegt, auf den Willensreiz der Hirnrinde hin die ganze Bewegungscombination des normalen Fressens, das ist Bewegungen der Kau-, Lippen- und Zungenmuskeln, und in richtiger Zeitfolge daran geknüpft, die Schluckbewegung als Ganzes auszulösen.

Es ist das eines der eclatantesten Beispiele aus der Physiologie des Nervensystems für die Vorbildung einer Bewegungscombination und Succession in einem Centralorgan und der Abhängigkeit dieses letzteren von der Gehirnrinde; man braucht nur daran zu denken, dass bei Thieren die Locomotionsbewegungen in ähnlichem Sinne in den Centren des Rückenmarkes vorgebildet sind, wie jedes geköpfte Kaninchen oder Huhn zeigt, dass es aber nie gelungen ist, von der Hirnrinde aus die typische Bewegungscombination des Laufens, Gehens oder Fliegens auszulösen, um die Bedeutung der hier geschilderten Thatsache für die allgemeine Physiologie des centralen Nervensystems zu würdigen. Am nächsten steht unserem Beispiele

die combinirte Augenbewegung auf Reizung des Gyrus angularis — Ferrier,[1] Munk.[2]

Auf diese Weise erklärt es sich auch, dass Krause[3] nach Exstirpation der Rindenstelle keine Veränderungen im Schluckmechanismus wahrnehmen konnte; er sagt wohl »dazu hätten die letzteren (die Exstirpationen) ein viel ausgedehnteres Gebiet umfassen müssen«, aber wir sahen, dass die Bahnen, durch deren Reizung noch Kauen und Schlucken erzielt werden kann, in der inneren Kapsel verlaufen und dass erst Zerstörungen in der Gegend des Thalamus opticus wesentliche Veränderungen zur Folge haben müssen.

Die Frage, ob die Fasern, welche von der Rinde bis zum Coordinationscentrum des Kauens und Schluckens ziehen, sensorischer oder motorischer Natur sind, ist eine müssige, denn ihre Aufgabe besteht nur darin, die Erregungen der Rinde zum Coordinationscentrum zu leiten; sie hängen also direct mit Muskeln nicht zusammen, sondern vermitteln den Verkehr im Inneren des Centralorganes; sie sollen demnach weder als sensorisch noch als motorisch bezeichnet werden.


Fig. 11.

Ich habe die Bewegungen bei Reizung der verschiedenen Gehirnquerschnitte auch graphisch aufgenommen; Fig. 11 zeigt vergleichsweise die Curven bei Reizung des Rindenfeldes; auf Fig. 12 sieht man die Curven bei Reizung der Bahnen am Gehirnquerschnitt, wenige Minuten nach der ersten Curve an demselben Thiere aufgenommen, und auf Fig. 13 die jeder Reizung entsprechende Contraction der

[1] Ferrier, l. c. S. 158.

[2] Munk, Sehsphäre und Augenbewegungen. Sitzungsber. der königl.-preuss. Akad. der Wissensch. 1890. III, S. 53.

[3] Krause, l. c.

Masseteren nach Abtrennung des Coordinationscentrums. Die Curve zeigt den Effect von drei aufeinander folgenden kurz dauernden Reizen an Kehlkopf und Kiefer.

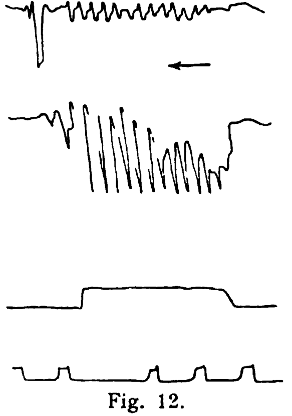


Fig. 12.

Ob und inwieweit sich die Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchungen mit den klinischen Beobachtungen decken, soll an dieser Stelle nicht näher erörtert werden.

Es ergibt sich demnach aus diesen Versuchen, dass durch Reizung einer bestimmten Rindenstelle nach aussen und vorne vom Extremitätencentrum Kaubewegungen ausgelöst werden können, dass in der Regel auch ein Schlingact erfolgt, der eine Reihe von Kaubewegungen abschliesst und dass es sich dabei um eine Succession von coordinirten, zweckmässig miteinander verbundenen Bewegungen, nicht aber um einfache tonische Contractionen einzelner, insbesondere der Kaumuskeln handelt; die Bewegungen können von jeder der Hemisphären ausgelöst werden.

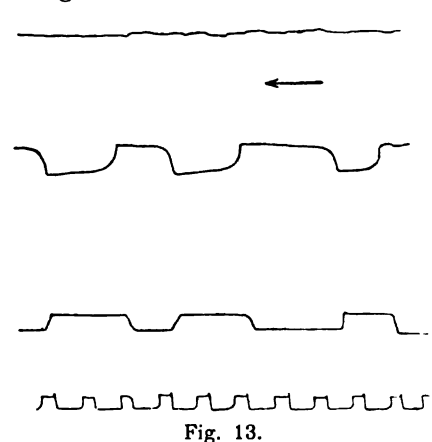
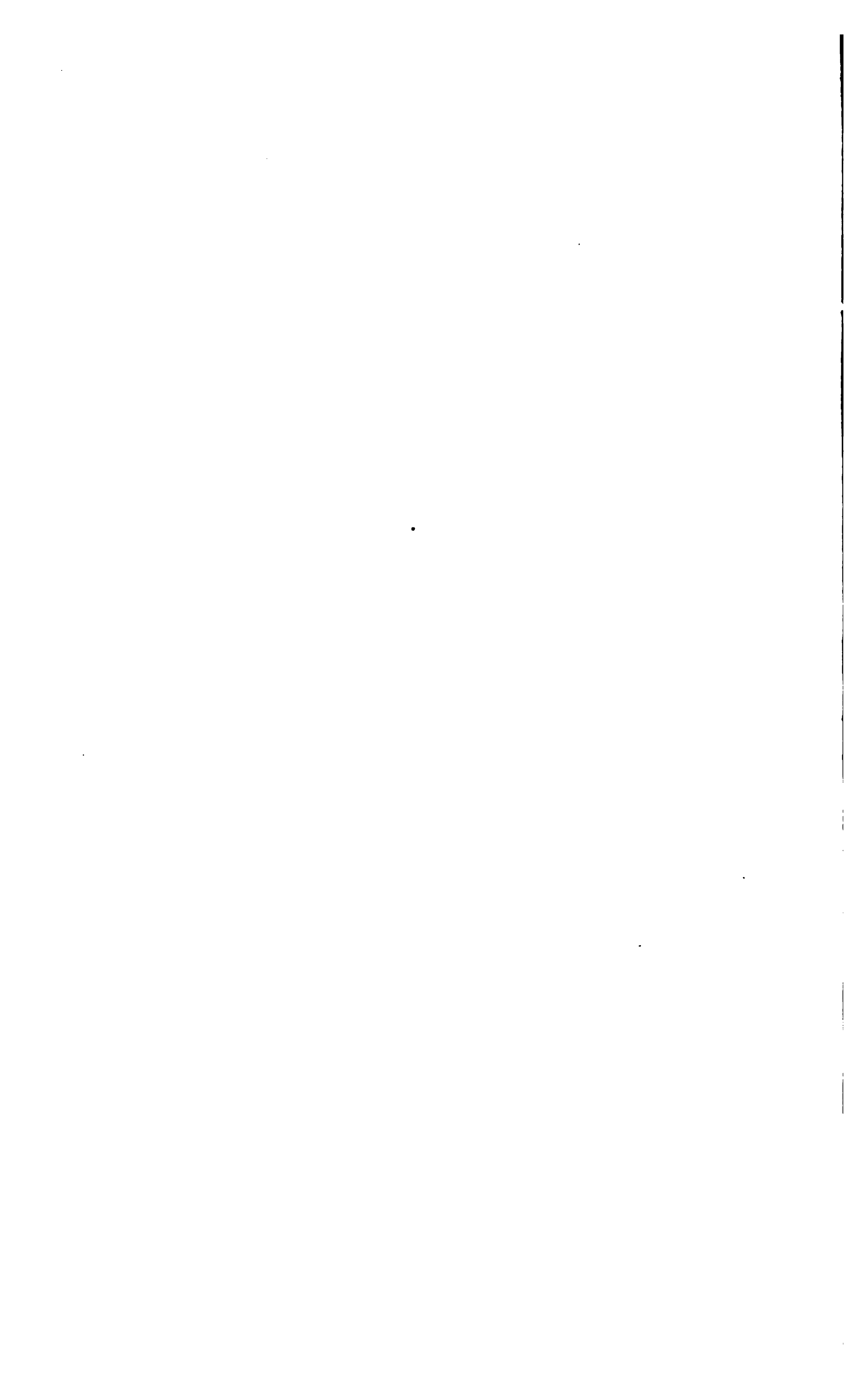


Fig. 13.

Die Fasern, durch deren Reizung Kauen und Schlucken hervorgerufen werden kann, nehmen ihren Verlauf von der Hirnrinde, sich nach innen unten wendend durch die untere Partie der inneren Kapsel; an allen diesen Stellen ergeben die Fasern dieselbe Succession von Bewegungen und das Centrum für diese coordinirten Bewegungen hat seinen Sitz in der Gegend des Seh-

hügels, denn nach Abtrennung dieser Region folgt der Reizung der weiterhin durch den Hirnschenkel verlaufenden Bahnen nur mehr eine einfache Contraction der Kaumuskeln ohne Zungen- und Lippenbewegung, sowie auch ohne Schlingact.



SITZUNGSBERICHTE

DER

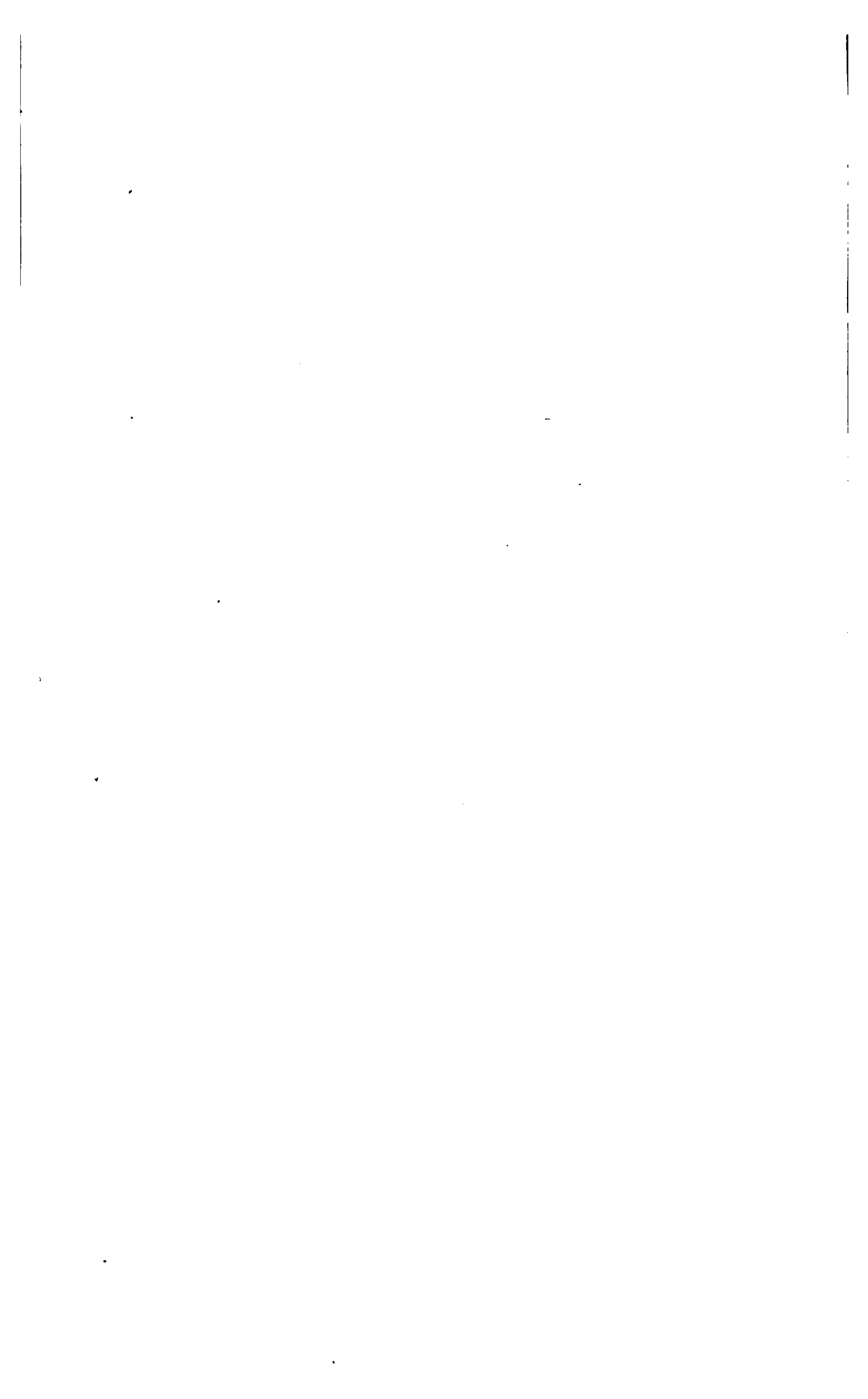
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. VIII. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.



XX. SITZUNG VOM 12. OCTOBER 1893.

Der nunmehrige Vicepräsident der Akademie Herr Prof. E. Suess übernimmt den Vorsitz, indem er die Classe bei Wiederaufnahme der Sitzungen nach den akademischen Ferien begrüsst und dieselbe bittet, ihm das als langjährigem Secretär geschenkte Wohlwollen nun auch als Vorsitzendem erhalten zu wollen.

Zugleich spricht derselbe dem Herrn Intendanten Hofrath Ritter v. Hauer für die seit dem Ableben des Herrn Vicepräsidenten Hofrath J. Stefan geführten Geschäfte des Vorsitzenden den verbindlichsten Dank aus und heisst die neueingetretenen Mitglieder Prof. A. Schrauf und Prof. H. Weidel herzlich willkommen.

Hierauf gibt der Vorsitzende Nachricht von dem am 9. October l. J. erfolgten Ableben des inländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, Herrn Hofrathes Dionys Stur, emerit. Directors der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide über diesen Verlust durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Herr Hofrath Director J. Hann empfiehlt sich als nunmehriger Secretär der Classe gleichfalls dem wohlwollenden Entgegenkommen und dem Vertrauen seitens der Herren Mitglieder und geht dann über zur Mittheilung der Einsendungen und Berichte an die Classe.

Zunächst legt derselbe das im Auftrage Sr. k. u. k. Hoheit des durchlauchtigsten Herrn Erzherzogs Ludwig Salvator, Ehrenmitgliedes der kaiserl. Akademie, von der Buchdruckerei

Heinr. Mercy in Prag übersendete Werk von »Die Liparischen Inseln. I. Vulcano« vor; ferner

die im Laufe der Ferien erschienenen akademischen Publicationen, und zwar:

Den 43. Jahrgang des Almanach der kaiserl. Akademie für das Jahr 1893; ferner von den

Sitzungsberichten der Classe, Jahrgang 1893, Bd. 102: Abtheilung I, Heft IV—V (April—Mai); Abtheilung II. a, Heft III—IV (März—April) und Heft V—VI (Mai—Juni); Abtheilung II. b, Heft V—VII (Mai—Juli);

Monatshefte für Chemie, Jahrgang 1893, Bd. 14: Heft VI (Juni), Heft VII (Juli) und Heft VIII (August).

Für die diesjährigen Wahlen sprechen ihren Dank aus:

Herr Prof. Dr. Ferdinand Lippich in Prag für die Wahl zum wirklichen Mitgliede; die Herren k. u. k. Oberstlieutenant R. Daublebsky v. Sterneck in Wien und Prof. Dr. Otto Stolz in Innsbruck für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern im Inlande; ferner Herr Director Giovanni Virginio Schiaparelli in Mailand für die Wahl zum ausländischen Ehrenmitgliede und die Herren Prof. Dr. Heinrich Hertz in Bonn und Gabriel Auguste Daubrée zu Paris für die Wahl zu ausländischen correspondirenden Mitgliedern dieser Classe.

Das k. k. Ministerium des Inneren übermittelt die von der niederösterreichischen Statthalterei vorgelegten Tabellen über die in der Winterperiode 1892/93 am Donaustrome im Gebiete des Kronlandes und am Wiener Donaucanale stattgehabten Eisstandsverhältnisse.

Die Association belge de Chimiste (Section de Chimie biologique) in Brüssel ladet die kaiserliche Akademie zur Theilnahme an dem Internationalen Congress für angewandte Chemie ein, welcher am 4. August 1894 zu Brüssel eröffnet werden wird.

Der Secretär berichtet, dass die diesjährige wissenschaftliche Expedition S. M. Schiffes »Pola«, welche am 16. Juli den Centralhafen von Pola verlassen hat, nach vollbrachter zehnwöchentlicher Fahrt am 5. October morgens, bei dem besten

Gesundheitszustande der Mitglieder des wissenschaftlichen Stabes, sowie des Schiffsstabes und der Bemannung, wieder in diesen Hafen eingelaufen ist.

Zugleich legt der Secretär einen von dem Mitgliede der Expedition, Prof. J. Luksch, aus Corfu eingesendeten vorläufigen Bericht über die während der diesjährigen Expedition ausgeführten physikalisch-oceanographischen Untersuchungen zur Veröffentlichung in den Sitzungsberichten vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. J. Wiesner übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »Über ombrophile und ombrophobe Pfanzenorgane«.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach übersendet eine Arbeit von med. stud. Ludwig Mach in Prag: »Über ein Interferenzrefractometer«. (II. Mittheilung.)

Ferner übersendet Herr Regierungsrath Mach eine Arbeit des Supplenten J. Wanka an der k. u. k. Marine-Akademie in Fiume: »Über Condensationsschwingungen«.

Das w. M. Herr Prof. L. Pfaundler übersendet eine Arbeit aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität in Graz von Dr. H. Luggin: »Über das Potential der Metalle bei sehr kurz dauernder Berührung mit Elektrolyten«.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. Freih. v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung für die Denkschriften, betitelt: »Die Formelemente der europäischen Tertiärbuche (*Fagus Feroniae* Ung.).«

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Wien übersendet folgende drei Abhandlungen:

1. »Über ein Theorem des Herrn Baker.«
2. »Eine Anwendung der Zahlentheorie auf die Integralrechnung.«
3. »Das Additionstheorem der Functionen $C_n^\nu(x)$.«

Das c. M. Herr Prof. K. Senhofer übersendet eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Universität zu Innsbruck: »Über einige Abkömmlinge der *s*-Disulfobenzoësäure (1 : 3 : 5)« von K. Hopfgartner.

Das c. M. Herr Geheimrath Prof. F. Zirkel in Leipzig übersendet eine Abhandlung von Dr. Luka Dimitrov, betitelt: »Beiträge zur geologischen und petrographischen Kenntniss des Vitoša-Gebietes in Bulgarien«.

Herr Prof. Dr. V. Hilber sendet über seine im Auftrage der kaiserl. Akademie in diesem Sommer angetretene geologische Reise nach Thessalien folgende Berichte:

1. »Zur Geologie Nordgriechenlands.« (Trikkala, 23. August 1893.)
2. »Geologische Übersicht des Pindus.« (Patras, 7. October 1893.)
3. »Geologischer Reisebericht aus Südmacedonien.« (Patras, 7. October 1893.)

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. »Die Architectur der kindlichen Skoliose«, von Prof. Dr. C. Nicoladoni in Innsbruck.
2. »Tetractinelliden der Adria«, von Prof. Dr. R. v. Lendenfeld in Czernowitz.
3. »Über triadische Hydrozoen vom östlichen Balkan und ihre Beziehungen zu jüngeren Formen«, von Prof. Dr. G. Steinmann in Freiburg i. Br.
4. »Beitrag zur Chemie unserer Lebens- und Genussmittel«, von Prof. Dr. V. Vedrödi in Debreczin.
5. »Untersuchung einer zur Erdölreinigung verwendeten Natronlauge«, von Herrn R. Zaloziecki in Lemberg.
6. »Der Erdstrom«, von Herrn J. Zangerl in Klamm (Niederösterreich).
7. »Einige Constructionen bezüglich der Schraubungsflächen«, von J. Sobotka in Prag.

Ferner legt der Secretär behufs Wahrung der Priorität vor:

1. Ein versiegeltes Schreiben von dem Privatdocenten Dr. Theodor Gross in Berlin, mit der Aufschrift: »Ein elektrolytischer Versuch über den Schwefel.«
2. Eine offene Mittheilung von F. J. Popp, Lehrer in Rosshaupt (Böhmen), betitelt: »Mathematische Principe.«

3. Ein versiegeltes Schreiben des quiesc. k. k. Bezirkshauptmanns Emanuel Puchberger in Wien, mit der Aufschrift »Die allgemeine Integration der linearen Differentialgleichungen n^{ter} Ordnung zwischen zwei Variablen.«

Das w. M. Herr Hofrath V. v. Lang übergibt eine ihm von Herrn Victor Schumann in Leipzig eingesandte Arbeit, welche den Titel führt: »Über ein neues Verfahren zur Herstellung ultraviolett empfindlicher Platten«.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung des Prof. J. M. Pernter in Innsbruck unter dem Titel: »Zur Erklärung des täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit«.

Ferner macht der Secretär Mittheilungen über den gegenwärtigen Stand der magnetischen Vermessungen 1. betreffs der neuen magnetischen Aufnahme der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder; 2. betreffs der magnetischen Aufnahme der ungarischen Länder.

Zugleich übergibt derselbe einen vorläufigen Bericht des k. u. k. Linienschiffs-Lieutenants W. Kesslitz, ddo. Pola, 25. August l. J. über die unter dessen Leitung in diesem Sommer durchgeführte magnetische Vermessung des Occupationsgebietes.

Herr Prof. Dr. Ed. Lippmann in Wien überreicht eine Arbeit: »Über ein neues Monojodalkylderivat.«

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Erzherzog Ludwig Salvator, Die Liparischen Inseln. I. Vulcano. Prag, 1893; Folio.

Le Prince Albert Ier, Prince de Monaco, Résultats de Campagnes Scientifiques accomplies sur Son Yacht »l'Hirondelle«. Fascicule V. Bathyphysa Grimaldii (nova species). Siphonophore bathypélagique de l'Atlantique Nord (avec une Planche) par Maurice Bedot; — Fascicule VI. Contribution à l'étude des Holothuries de l'Atlan-

tique Nord (avec deux Planches) par E. von Marenzeller. Publiés sous Sa direction avec le concours de M. Le Baron Jules de Guerne, chargé des Travaux zoologiques à bord. Imprimerie de Monaco, 1893; 4°.

Observations of the Transit of Venus, 9. December 1874; made at stations in New South Wales (illustrated with photographs and drawings). Under the direction of H. C. Russel, Government Astronomer. Published by Authority of Her Majesty's Government in New South Wales. Sydney, 1892; 4°.

Nachtrag zum akadem. Anzeiger vom 13. Juli l. J. Nr. XIX:

Herr Prof. Ed. Lippmann in Wien überreicht eine von ihm und F. Fleissner ausgeführte Arbeit: »Über das Isochinin und Nichin«.

Über die Herzthätigkeit bei einigen Evertebraten und deren Beeinflussung durch die Temperatur

von

Ph. Knoll.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1893.)

Ein Aufenthalt an der zoologischen Station in Neapel, zum Zwecke von Untersuchungen über die Blutkörperchen von wirbellosen Thieren und deren etwaige Analogien mit jenen der höheren Thiere gab mir in diesem Frühjahr Gelegenheit zu Beobachtungen über die Herzthätigkeit und deren Beeinflussung durch Temperaturschwankungen bei einer Anzahl von Evertebraten.

Da diese Beobachtungen mir geeignet scheinen, unsere Kenntnisse über den fraglichen Gegenstand in mancher Richtung zu erweitern und einen ferneren Beleg für die Übereinstimmung gewisser wesentlicher Lebenserscheinungen bei sonst sehr verschiedenartig organisirten Thieren zu liefern, sowie zu beweisen, dass ganz analoge Veränderungen in der Rhythmik des Herzens wie bei höheren Thieren auch bei solchen Thieren vorkommen, bei denen bisher weder Herzganglien noch Herznerven gefunden werden konnten, so sei hier in Kürze über dieselben berichtet.

Crustacea.

Zur Untersuchung wurden zur mikroskopischen Beobachtung des Herzschlages sich eignende Phyllopoden, Copepoden, Schizopoden und einige Cruster-Larven verwendet. Dieselben wurden innerhalb der mit einem Deckglase abgeschlossenen, zum Theil mit See- oder (bei *Daphnia*) Süsswasser

erfüllten Delle eines linsenförmig ausgehöhlten Objectträgers mit je nach dem Object und Zweck zwischen 50 und 200 wechselnder Vergrösserung beobachtet.

Der Objectträger lag dabei auf dem von M. Löwit (1) angegebenen heizbaren Objecttisch für starke Vergrösserungen, dem je nach dem Bedürfniss erwärmtes, oder durch Eis abgekühltes Wasser zugeleitet wurde, wobei Vorsorge dafür getragen werden musste, dass behufs Beobachtung der Erscheinungen bei einer bestimmten Temperatur in der Delle die des Objecttisches stets durch einige Minuten constant erhalten wurde, da erstere je nach der Grösse und Geschwindigkeit der erzielten Temperaturschwankung erst 2—5 Minuten nach letzterer ihr Maximum, beziehungsweise Minimum erreichte. Dieses lag aber dann beiläufig zwei Grad unter, beziehungsweise über jenem des heizbaren Objecttisches, dessen Thermometerscala mit Hilfe eines Normalthermometers controlirt worden war.

Die hier anzuführenden Zahlen sind in der angegebenen Weise corrigirt und zeigen also (beiläufig) die Temperaturen an, denen das Object innerhalb der Delle ausgesetzt war.

Behufs ruhiger Beobachtung der Thiere wurde neben dem See- oder Süsswasser eine gewisse Menge von Luft mittels des Deckglases in der Delle eingeschlossen. Das Thier lag dabei am Rande der die Mitte der Delle einnehmenden grösseren Luftblase in der eine Randzone bildenden Flüssigkeit, vollführte wohl mehr oder weniger lebhafte Bewegungen mit den Beinen, aber keine ausgiebigeren, das Object aus dem Gesichtsfelde entfernenden Ortsbewegungen, falls jene Randzone nur den seichten Theil der Delle erfüllte.

Selbst beim Erwärmen, wobei die Bewegungen der Beine lebhafter werden, habe ich solche in der Regel vermisst; bei höheren Temperaturen, bei denen aber das Herz noch schlägt, erlöschen dann auch jene Bewegungen der Beine.

Ich habe wohl auch Beobachtungen an durch Alkohol betäubten Crustern angestellt, fand aber keinen Anlass, diesem Kunstgriff den Vorzug vor dem eben erwähnten einfacheren und für das Thier indifferenteren zu geben, bei dessen Verwendung man unter Umständen nur für einen neuerlichen Zusatz von Flüssigkeit bei höheren Temperaturen zu sorgen hat.

Über die Frequenz des Herzschlages bei den Crustaceen liegen ältere Angaben vor, aus denen hervorgeht, dass dieselbe hier innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. So macht Claus (2) auf die aussergewöhnliche Höhe derselben bei den Cladoceren aufmerksam, während Eckhard (3) am herausgeschnittenen Herzen bei *Cancer pagurus* bei einer Temperatur von 12·5° C. (anscheinend als Maximum) 35 Schläge, und bei Erhöhung der Temperatur um 17·5° C. an einem anderen Exemplare Steigerung der Schlagfolge von 23 bis circa 35 Schläge in der Minute beobachtete und Plateau (4) bei Temperaturen von 13—14° C. auf graphischem Wege an gefesselten Thieren für *Astacus fluviat.* Werthe von 57—73 und für *Carcinus maenas* solche von 8—45 für die Minute ermittelte.

Ich selbst fand den Schlag des blossgelegten Herzens bei Zimmertemperatur bei *Maja squinado*, *Squilla mantis*, *Astacus fluviatialis* und einer Reihe anderer Macrura gelegentlich früherer, zu anderen Zwecken angestellten Beobachtungen stets sehr selten, bei *Maja* z. B. 25 Schläge in der Minute; bei *Mysis*, *Caprella* und den Copepoden dagegen fand ich den Herzschlag bei mikroskopischer Beobachtung der unverletzten Thiere sehr frequent, bei *Mysis* 300, bei *Caprella* 120 bis 160 Schläge in der Minute.

Bei meinen diesmaligen Beobachtungen bestimmte ich die Pulszahl bei acht Exemplaren von *Mysis Lamorn.* bei einer Temperatur von 19—20° C. im Mittel mit 260, bei Grenzwerthen von 140 und 320 in der Minute und bei 12 Daphnien bei einer Temperatur von 20—22° C. im Mittel mit 228 bei Grenzwerthen von 188 und 289 in der Minute. Bei einer Carididen-Larve fand ich bei 20° 300, bei einer Larve von *Porcellana* (*Zoëa*-Stadium) bei 20° 170, bei einer anderen bei 22° 280 und bei einer Larve von *Squilla Eusebia* bei 26° 240 Schläge in der Minute.

Bei Feststellung dieser äusserst raschen Schlagfolge zählte ich unter zeitweiligem Visiren auf die vor dem Mikroskope aufgestellte Secundenuhr immer nur von 1—10, und machte bei jedem zehnten Schlage auf ein daneben liegendes Papier einen Strich. Bei den beobachteten Copepoden (sieben Exemplare von *Labidocera Wollast.*) war aber die Schlagfolge bei den

gewöhnlichen Aussentemperaturen schon kaum zählbar, und ich begnügte mich darum hier mit der Verfolgung der Erscheinungen, ohne die Feststellung der Zahlenwerthe zu versuchen.

Erleichtert wird die letztere im Ganzen dadurch, dass der Herzschlag in der Regel streng rhythmisch ist und nur ausnahmsweise, zusammenfallend mit Unruhe des Thieres, vorübergehendes Aussetzen oder sonstige Unregelmässigkeit desselben auftritt.

Nur bei den untersuchten Cruster-Larven fand ich schon bei den gewöhnlichen Aussentemperaturen die Schlagfolge zeitweise sehr unregelmässig; lange diastolische Pausen und Reihen von selteneren, sowie von äusserst frequenten Schlägen wechselten hier in buntester Folge ab. Doch konnten auch hier Perioden regelmässigerer Schlagfolge zur genaueren Feststellung ihres Zahlenwerthes benützt werden.

In zwei Fällen trat bei diesen Larven auch keine Steigerung der Frequenz beim Erwärmen auf, sondern die Schlagfolge wurde immer seltener, die Pausen wurden länger und in dem einen Falle (*Porcellana*) trat bei 36°, im anderen bei 38° (*Squilla*) diastolischer Stillstand ein.

In den beiden anderen Fällen jedoch (*Porcellana* und *Carididen*-Larve) wurde der Herzschlag bei 30° unzählbar häufig, bei 38° aber wieder seltener, aussetzend und erlosch bei 40° in Diastole, nachdem bei der Carididen-Larve noch ein leichtes Wogen des sackartigen Herzens vorhergegangen war.

Bei den untersuchten Copepoden ging der Herzschlag beim Erwärmen zunächst in eine, infolge der äusserst unausgiebigen Zusammenziehungen bei ausserordentlich hoher Frequenz an das Flimmern erinnernde Bewegung über. Bei einer Temperatur von einigen dreissig Grad aber traten diastolische Pausen auf, die mit einzelnen sehr kräftigen, oder mit Reihen von minimen, äusserst frequenten Schlägen wechselten, wonach es bei den frisch eingebrachten Exemplaren bei einer über 40, bei den anderen bei einer zwischen 33 und 36° liegenden Temperatur zum Stillstand in Diastole kam, der aber in einem Falle, wo dies versucht wurde, durch allmälige Abkühlung des Thieres wieder beseitigt werden konnte.

Bei *Mysis* wurde ein sehr bedeutendes Sinken der Frequenz des Herzschlages bei Abkühlung festgestellt, z. B. bei Abkühlung von 18 auf 12° ein Sinken von 230 auf 140, bei Abkühlung von 20 auf 7° ein Sinken von 320 auf 120 Herzschläge in der Minute. Beim Erwärmen wurde die Frequenz bei über 30 liegenden Temperaturen unzählbar, so dass die Herzbewegung nur den Charakter eines kräftigen rhythmischen Erzitterns hatte; bei nahe an 40 liegenden Temperaturen traten in der Regel diastolische Pausen auf, die von einzelnen sehr kräftigen Zusammenziehungen, unter Umständen aber auch von rasch aufeinanderfolgenden Doppelschlägen oder kurzen Reihen sehr häufiger schwacher Systolen unterbrochen wurden, worauf dann bald dauernder Stillstand in Diastole erfolgte.

In zwei Fällen trat Herzstillstand ohne vorhergehende Unregelmässigkeit der Herzbewegung auf.

Bei *Daphnia,* wovon ich in Prag im Ganzen 12 Exemplare unter Einhaltung möglichst gleichartiger Versuchsbedingungen beobachtete, versuchte ich es, mich genauer über die Veränderungen des diastolischen Volums und der pulsatorischen Volumschwankungen, welche das sackartige Herz dieses Thieres im Verlauf der Abkühlung und Erwärmung erfährt, zu orientiren, und erstere durch Aufzeichnung mittels eines Kreidestiftes auf einer dunklen Tafel, auf welche das mikroskopische Bild durch eine sehr einfache Vorrichtung projicirt wurde, graphisch darzustellen.

Letzteres Verfahren, das bei Amphibienlarven, die sich, wie ein Schüler von mir demnächst darlegen wird, ausgezeichnet für die mikroskopische Beobachtung der Herzthätigkeit eignen, zu sehr anschaulichen Ergebnissen führte, liess hier wegen der Geringfügigkeit der eintretenden Durchmesserveränderungen kaum mehr darstellen, als ob der Stillstand des Herzens in Diastole oder Systole erfolgte.

Brauchbar für die Sicherung der eigenen Beobachtung erwies sich dagegen die Betrachtung des schlagenden Herzens mittels eines Ocularnetzmikrometers von Zeiss, wenn auch von einer ziffermässigen Angabe der Beobachtungsergebnisse mit Rücksicht darauf Abstand genommen werden musste, dass die Abweichungen nur ungenau abschätzbare Bruchtheile der Quadrat-

linien des Mikrometers betrugen. Es ergab sich dabei, dass das Herz der Daphnien bei der Abkühlung keine wesentliche Veränderung und bei der Erwärmung nur eine geringe Verminderung seines diastolischen Volumens erfährt, dass aber die Volumschwankungen im ersteren Falle eine deutliche Zu-, im letzteren eine nicht minder deutliche Abnahme erfahren.

Die Systole verläuft bei der Abkühlung sehr gedehnt, die Diastole dagegen anscheinend so jäh wie sonst. Die Pulszahl sank dabei, bei zwischen 7 und 9° liegenden Temperaturen auf 98—109 Schläge in der Minute, und in der Regel wesentlich unter die Hälfte der Anfangsziffer. In einem Falle, in welchem die Temperatur von 21 auf 5° erniedrigt wurde, sank die Pulszahl von 200 auf 78.

Beim Erwärmen stieg bei um 30° liegenden Temperaturen die Schlagfolge ohne sichtliche Veränderung in den Volumschwankungen, anscheinend aber bei Steigerung in der Energie der Bewegung des Herzens auf wesentlich mehr als 300 und wuchs unter ausgeprägter Abnahme der Volumschwankungen bei um 40 liegenden Temperaturen auf mehr als 400 an. Dann trat meist unvermittelt, nicht selten aber nach vorhergehender Abnahme der Frequenz und Unregelmässigkeit der Bewegung ein unzählbares rhythmisches Erzittern des Herzens und bei beiläufig 43° C. Stillstand in Systole oder, weit seltener, in Diastole ein. Ein leichtes rhythmisches Wogen am seitlichen Ostium war dabei gewöhnlich die letzte wahrnehmbare rhythmische Bewegungserscheinung am Herzen. Meist aber schloss sich hieran beim allmäligen Erkalten des Thieres eine eigenthümliche Runzelung und Faltung des Herzens, die unter mannigfaltigen Gestaltveränderungen desselben zu einer erheblichen Verminderung seines Hohlraumes führte.

In einigen Fällen konnte nach einem Stillstande des Herzens in Systole von 2—3 Minuten durch rasche Abkühlung der Herzschlag neuerlich hervorgerufen werden, wobei als erste Bewegungserscheinung eine Diastole auftrat, der längere Zeit hindurch Doppelschläge und andere Unregelmässigkeiten der Bewegung folgten.

Und auch als das Herz wieder streng rhythmisch schlug, blieb die Frequenz wesentlich hinter der ursprünglichen zurück

und es trat bei neuerlichem Erwärmen schon bei geringeren Temperaturen als sonst Stillstand der Bewegung ein.

Einen Einfluss der Zeit, binnen welcher die Temperatur von der Zimmerwärme auf die kritische Höhe gesteigert wurde, darauf, ob Stillstand in Systole oder Diastole eintritt, konnte ich nicht ermitteln. Dagegen beobachtete ich bei minder hohen Temperaturen, wie dies Engelmann (5) am isolirten Aorten-Bulbus des Frosches gesehen, dass die Frequenzsteigerung des Herzschlages desto grösser war, je schneller die betreffende Temperatur erreicht worden war, und dass dieselbe wieder etwas absank, wenn die höhere Temperatur lange constant erhalten worden war.

Heteropoda.

Über die Thätigkeit des Schneckenherzens und deren Veränderung bei wachsender Temperatur liegt eine eingehende, an *Helix pomatia* durchgeführte Untersuchung von W. Biedermann (6) vor, aus der sich unter Anderem ergibt, dass die normale Schlagzahl des Herzens dieser Schnecke eine verhältnissmässig geringe ist, durch Erwärmen des (ausgeschnittenen) Herzens auf etwa 38—40° C. bis auf 80—100 in der Minute erhöht werden kann, wobei der Umfang der einzelnen systolischen Contractionen anfangs unverändert bleibt, bei höheren Temperaturen jedoch merklich abnimmt. Bei 46—47° pulsirt es regelmässig noch während längerer Zeit, wenngleich mit allmälig abnehmender Frequenz und Stärke, kann aber noch bei 49° sich rhythmisch zusammenziehen (6, S. 32—33).

Die sonst streng rhythmische Herzbewegung wird unter dem Einfluss selbst schwacher sensibler Erregungen arhythmisch, namentlich kommt es sehr häufig zu lang anhaltendem diastolischen Stillstand (6, S. 21).

Durch Steigerung des Flüssigkeitsdruckes im ausgeschnittenen Ventrikel wird eine allmälig fortschreitende Volumsverkleinerung desselben herbeigeführt, bis es schliesslich zu vollständigem Stillstand der Bewegung in contrahirtem Zustande des Herzens kommt (6, S. 29). Das Eintreten dieses cardiotonischen Zustandes des Herzens scheint durch eine

vorgängige Erwärmung desselben sehr wesentlich begünstigt zu werden. Der durch Drucksteigerung erzielte »Tonus« kann aber unter Umständen sofort verschwinden, wenn man den systolisch contrahirten Ventrikel einer höheren Temperatur (30—45° C.) aussetzt (6, S. 33).

Ich benützte zur Untersuchung des Temperatureinflusses auf das Schneckenherz Heteropoden, da ich mich früher bereits an *Carinaria mediterranea* davon überzeugt hatte, wie gut hier die Bewegung des etwa 54mal in der Minute schlagenden Herzens durch die durchsichtige Leibeswand hindurch zu verfolgen ist, und mir die Beobachtung des in situ im intacten Thiere befindlichen Herzens eine wünschenswerthe Ergänzung der Beobachtungen Biedermann's am ausgeschnittenen Herzen zu bilden schien.

Als Object diente mir diesmal *Pterotrachea*, wovon ich an einem Scirocco-Tage acht Exemplare im Auftriebe fand, die allerdings zum Theil so klein waren, dass ich mich zur genaueren Beobachtung einer Handlupe bedienen und einen dunkleren Grund für die Aufstellung des Glasgefässes, in dem sich das Thier in Seewasser befand, benützen musste. Die lebhaften Schwimmbewegungen der Thiere, die sich beim Erwärmen zunächst wesentlich steigerten, machten die Beobachtung oft recht mühsam; da aber einerseits die Benützung ruhigerer Augenblicke doch stets zum Ziele führte, und bei über 30° C. liegenden Temperaturen diese Bewegungen viel schwächer wurden und endlich zu einer Zeit, wo das Herz noch ganz kräftig schlug, ganz erloschen, anderseits die Betäubung der Thiere durch Alkohol den Herzschlag nicht unwesentlich verlangsamte, und das Eintreten von Unregelmässigkeiten schon bei minder hohen Temperaturen als sonst bedingte, sah ich von letzterem Kunstgriff ab.

Die Erwärmung der Thiere erfolgte durch Einsetzen des kleineren Glasgefässes, in dem sie sich befanden, in ein grösseres, das so weit mit erwärmtem Wasser gefüllt war, dass kein Überfliessen desselben aus dem zweiten in das erste Gefäss erfolgen konnte. Durch Wechsel des Wassers in dem zweiten Gefässe wurde der mittels des Thermometers in dem ersten Gefässe festgestellte Temperaturwechsel erzielt. Das

Ablesen der Temperaturen erfolgte, sobald der Thermometerstand eine Zeit hindurch constant war, und hiemit angenommen werden konnte, dass die Temperatur im Wasser und im Inneren des Thieres annähernd gleich sein dürften.

Als mittlere Schlagzahl bei Temperaturen, die zwischen 18 und 21° C. lagen, fand ich 67 für die Minute, also eine von jener mancher Warmblüter nicht sehr abweichende Ziffer. Die Grenzwerthe waren 50 und 80. Die Schlagfolge war anfangs stets eine streng rhythmische, doch war in einzelnen Fällen ein auffallend langes Verharren des Herzens auf der Höhe der Systole, also eine Art von systolischer Pause der Bewegung zu beobachten, welche Erscheinung beim Erwärmen bis zu 30° C. zunächst noch sinnfälliger wurde. Die Diastole fand ich stets auffallend jäh.

In einzelnen Fällen war von vornherein ein ausgeprägter Wechsel in den Volumschwankungen des Herzens wahrnehmbar, dadurch bedingt, dass das Herz bei den einzelnen Systolen periodisch sich bald auf ein kleineres, bald wieder auf ein minder kleines Volumen zusammenzog, eine Erscheinung, die den von Fano (7) an den Vorkammern von *Emys europaea* unter gewissen Versuchsbedingungen beobachteten Tonicitätsschwankungen ähnelt. Beim Erwärmen bis gegen 30° C. war keine Veränderung des diastolischen Volumens und der Volumschwankungen des Herzens bemerkbar und die immer frequenter werdenden Contractionen wurden anscheinend zugleich energischer. Um 30° herum trat regelmässig eine bedeutende Verkleinerung des Herzens mit beträchtlicher Abnahme der Volumschwankungen desselben auf. Bei sechs der untersuchten acht Thiere konnte in diesem Stadium ein periodisch auftretendes jähes Erschlaffen des Herzens, das zu einer beträchtlichen Volumszunahme desselben führte, und darauf entweder eine plötzliche oder successive, im Verlauf von einigen Schlägen erfolgende Rückkehr zu dem früheren kleineren Volumen beobachtet werden.

Zwischen 34 und 37° wurde die höchste, 160—180 in der Minute betragende Frequenz des Herzschlages gefunden, wobei die einzelnen Oscillationen energisch, aber sehr klein erschienen. Jenseits dieser Temperaturen konnte in der Regel

[illegible]

[illegible] Herz bei [illegible]

[illegible] liegende Ab-

[illegible] bald vom Mund [illegible] zur Afteröffnung, und [illegible] oder längeren Pause, in umgekehrter Richtung [illegible], eine Umkehr der Bewegungsrichtung, die bekanntlich durch Reize auch am Fischherzen zu erzielen ist. Pausen und Umkehr der Bewegungsrichtung

fand ich bei *Ciona intestin.* und *Phallusia mentula* (variat. *sanguinolenta*) weit seltener als bei *Salpa*, ja bei einzelnen Exemplaren von *Ciona intestin.* konnte ich dieselben erst mit der bei höheren Temperaturen eintretenden Abschwächung der Herzthätigkeit wahrnehmen. Bei *Salpa* traten die Pausen und Umkehr öfter zugleich mit Unruhe des Thieres und Änderung in der Richtung seiner Ortsbewegung ein, doch konnten sie auch bei ruhiger Lage des Thieres beobachtet werden.

Bei *Salpa max.* Afr. kann die Herzbewegung durch den durchsichtigen Mantel hindurch sehr gut mit unbewaffnetem Auge verfolgt werden. Bei *S. pinnata* und *bicaudata* musste ich wegen der Kleinheit des Objectes zur mikroskopischen Beobachtung auf dem heizbaren Objecttisch greifen.

Bei *Ciona intest.* muss erst der undurchsichtige äussere Mantel entfernt werden, um durch die durchsichtige Leibeswandung des Thieres hindurch den Herzschlag beobachten zu können, wobei die Bewegungen des weisslichen im Pericard eingeschlossenen Körpers (8) ein gutes Merkmal abgeben.

Sehr kleine Exemplare dieser Ascidie eignen sich übrigens auch zur mikroskopischen Beobachtung der Herzbewegung. Bei *Phallusia ment.* (var. *sang.*) ist der Herzschlag bei durchfallendem Licht schon durch den durchscheinenden äusseren Mantel hindurch zu sehen. *Phallusia depressa* und *Styela gyrosa* fand ich für die fragliche Beobachtung überhaupt ungeeignet.

Die Schlagfolge des Herzens bei *Salpa maxima Africana* und *Ciona intestinalis* fand ich verhältnissmässig selten, bei ersterer bei Temperaturen von 15—18° im Mittel (sechs Objecte) 25, mit Grenzwerthen von 21 und 34 in der Minute, bei letzterer bei Temperaturen von 14·5—18° im Mittel (sechs Objecte) 23 mit Grenzwerthen von 17 und 32. Verhältnissmässig hoch war die Frequenz des Herzschlages bei den beiden mikroskopisch beobachteten sehr kleinen Salpen, bei *S. bicaudata* bei 19° C. 40, und bei einer noch wesentlich kleineren *S. pinnata* bei 22° 108 in der Minute.

Der Temperaturwechsel des Seewassers, in welchem sich die beobachteten Tunicaten befanden, wurde in derselben Weise erzielt wie bei *Pterotrachea.* Beim Erwärmen wurde bis beiläufig 32° C. ein Wachsen der Energie der Herzbewegungen

und ihrer Frequenz beobachtet, die unter diesen Umständen bei *Ciona* und bei *Salpa max.* 50—60 Schläge in der Minute und vereinzelt wohl auch noch etwas darüber betrug. Dann trat eine Abschwächung der Herzthätigkeit auf, die Pausen wurden länger und sowie die Umkehr der Bewegungsrichtung häufiger, es kam auch zu diastolischen Pausen ohne Umkehr, die zuweilen recht lange währten, und nachdem hiebei die Frequenz des Herzschlages im Ganzen wieder etwas abgesunken war, trat bei 35—38° C. Stillstand in Diastole ein.

Bei einer *S. m. Afr.* konnte in diesem Stadium durch Quetschen des Mantels mittels einer Pincette anfangs je eine Reihe von 3—4 Herzschlägen, später je ein Schlag ausgelöst werden. Das herausgeschnittene Herz einer *Ciona intest.*, das sich beim Erwärmen in Seewasser genau so verhielt, wie das in situ befindliche und auch bei 38° C. stillstand, antwortete in diesem Stadium auf den einzelnen mechanischen Reiz durch mehrere Zusammenziehungen.

Beim Abkühlen der Thiere oder Blosslegen des Herzens konnte wiederholt die Rückkehr schwacher Herzbewegung beobachtet werden, wenn die Temperatur, bei welcher der Stillstand erfolgt war, 36° C. nicht überschritten hatte.

Bei *Salpa* beobachtete ich neben der Herzbewegung auch die rhythmischen Bewegungen des Mantels, welche bekanntlich Athmung und Ernährung besorgen und die Ortsbewegung bewirken. Die Frequenz dieser Athembewegungen fand ich bei *S. max.* recht schwankend, einerseits 9, anderseits 36 als Grenzwerth für die Minute bei Temperaturen von 15—18°.

Bei diesen Temperaturen waren die Athembewegungen, abgesehen von zwei Fällen, in denen von vornherein zeitweilig Athempausen auftraten, streng rhythmisch und bewirkten entweder nur eine langsame Ortsbewegung, oder ein ruckweises geringes Hin- und Herschieben ohne deutlichen Ortswechsel. Beim Erwärmen wuchs zunächst die Frequenz der Athembewegungen, in einem Falle bis zu 60 in der Minute, und die Energie derselben, und die Thiere schwammen dann, im Zusammenhang damit, an der Wand des Gefässes lebhaft im Kreise herum. Annähernd bei denselben Temperaturen aber, bei denen eine Abschwächung und Unregelmässigkeit der

Herzthätigkeit und eine Abnahme der Schlagzahl desselben zu beobachten war, traten analoge Erscheinungen an den Athembewegungen zu Tage und, davon abhängend, erloschen auch die Ortsbewegungen.

Die Athembewegungen wurden immer oberflächlicher, lange Pausen traten auf, zuweilen nur von einzelnen Athmungen, meist aber von längeren oder kürzeren Reihen solcher unterbrochen, an denen in zwei Fällen ein an die Cheyne-Stokes'sche Athmung erinnerndes An- und Abschwellen der Tiefe der einzelnen Athemzüge zu beobachten war.

Annähernd bei denselben Temperaturen wie die Herzbewegung, jedoch stets vor dieser, erlosch auch die Athmung, doch war dann noch durch einige Zeit ein an das galvanische Wogen des Herzens erinnerndes rhythmisches Wogen des Mantels zu bemerken. In einem Falle konnte aber auch nach dem Erlöschen dieser Bewegung durch mechanische Reizung des Mantels noch je ein schwacher Athemzug ausgelöst werden.

Schlussbemerkungen.

Aus den vorstehend mitgetheilten Beobachtungen geht zunächst hervor, dass die Zahl der Herzschläge bei den Evertebraten bei zwischen 15 und 22° C. liegenden Temperaturen innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt, wobei uns als Grenzwerthe einerseits die unzählbare Schlagfolge bei den Copepoden, und 260 Herzschläge (im Mittel) in der Minute bei *Mysis*, anderseits aber 23—25 Herzschläge im Mittel bei den grösseren Tunicaten aufstossen.

Es prägt sich in diesen Zahlen in sehr schlagender Weise das Gesetz aus, dass die Frequenz des Herzschlages bei kleineren Thieren bedeutender ist als bei grösseren, wofür auch noch anzuführen ist, dass bei sehr kleinen Salpen diese Frequenz erheblich grösser gefunden wurde als bei den grösseren Arten, und dass die gegenüber den Angaben Biedermann's betreffs *Helix* verhältnissmässig hohe Mittelzahl der Herzschläge (67), die ich bei *Pterotrachea* gefunden, zum Theil wohl auf die Kleinheit der von mir untersuchten Exemplare zurückzuführen sein dürfte.

Die ungeheure Frequenz des Herzschlages bei den angeführten, mikroskopisch beobachteten Crustern, namentlich beim Erwärmen, lässt dieselben als ein geeignetes Object erscheinen, um zu demonstriren, welche Höhe die Zahl der rhythmischen Contractionen eines Muskels in der Zeiteinheit erreichen kann, und dürfte sich von diesem Gesichtspunkt aus sowie behufs Übung in der Feststellung der Zahl so rasch aufeinanderfolgender Zusammenziehungen die leicht erhältliche *Daphnie* zur Aufnahme in die Reihe der von Hensen (9) für ein physiologisches Practicum angegebenen Objecte empfehlen.

Eine auffallende Erscheinung war an allen untersuchten Objecten der jähe, sozusagen explosive Vollzug der Diastole, namentlich bei zwischen 20—30° C. liegenden Temperaturen, bei denen die Energie der einzelnen Herzbewegungen gesteigert und der Umfang der Volumschwankungen des Herzens wenigstens noch nicht vermindert erschien. Dieser explosive Charakter der Diastole ist umso bemerkenswerther, als bei den untersuchten Objecten gewisse, für die Erklärung der diastolischen Saugkraft des Herzens herangezogene Factoren, nämlich die Ansaugung des Blutes durch die Lungen, die Wirkung verschieden gerichteter Muskelzüge im Herzen, sowie eine Erweiterung seines Hohlraumes in Folge der Streckung seiner ernährenden Gefässe bei ihrer pulsatorischen Blutfüllung nicht in Betracht kommen, und bei den beobachteten Crustern, bei denen es weder einen Vorhof, noch ein contractiles Blutgefässsystem gibt, auch eine passive Dehnung des erschlafften Herzens in Folge der durch die Zusammenziehung eines anderen Abschnittes des Kreislaufsystems bewirkten Füllung mit Blut ausser Frage bleibt.

Von wesentlichem Interesse erscheint mir ferner die vollständige Übereinstimmung der beim Erwärmen und, so weit dies untersucht wurde, beim Erkalten am Herzen der Evertebraten beobachteten Erscheinungen mit den bei Wirbelthieren ermittelten, wie sie jüngst wieder auf Grund von graphischen Versuchen an Fröschen von W. Pascheles (10) und R. Flatow (11) dargestellt wurden.

Wir finden hier wie dort Abnahme der Frequenz beim Erkalten unter Zunahme der Volumschwankungen (11, S. 373—374) und

beträchtlicher Verlängerung der Systole im Verhältniss zur Diastole (10, S. 196; Fig. 11—14).

Beim Erwärmen wächst hier wie dort die Frequenz und die Energie der Herzbewegungen, bei höheren Temperaturen tritt eine Abnahme der Volumschwankungen auf (11, ebenda), dann Sinken der Energie der Bewegungen und Abnahme der Frequenz (10, S. 195), und zwar auch bei streng rhythmischer Schlagfolge, was Flatow gegenüber zu betonen ist, der diese schon von Cyon (12, S. 12) beobachtete Erscheinung nur aus dem Ausfallen einzelner Herzschläge bei eintretender Unregelmässigkeit der Herzbewegung zu erklären sucht (11, S. 371). Diese oft erst später eintretende Unregelmässigkeit zeigt einschliesslich der Bigeminie und der Periodenbildung ganz dieselben Erscheinungen wie bei den Wirbelthieren. Auch das von Cyon (10, S. 13) an Fröschen beobachtete, dem völligen Stillstande der Herzbewegung vorhergehende peristaltische Wogen des Herzens konnte an Crustern wahrgenommen werden, und bei *Salpa* fand sich eine analoge Erscheinung am Mantel.

Der Herzstillstand erfolgte bei den untersuchten Evertebraten um 40° C. herum, und zwar bei einzelnen Crustern bei etwas höheren, bei den Tunicaten bei etwas niedereren Temperaturen, im Allgemeinen also bei etwas geringeren Temperaturen als bei den Wirbelthieren.

Der diastolische Stillstand bildete wie bei diesen die Regel, Ausnahmen hievon kamen bei *Pterotrachea* öfter vor; aber auch bei den Crustern waren sie nicht selten zu beobachten. Welche Umstände für das Eintreten dieser Ausnahmen massgebend waren, gelang mir nicht zu ermitteln.

Individuelle Verschiedenheiten der Versuchsthiere, aber auch kleine Verschiedenheiten in der Durchführung der Versuche, namentlich in Bezug auf Schnelligkeit und Dauer der Temperatursteigerung, die ich selbst bei einer Versuchsreihe an *Daphnien*, bei der ich möglichste Gleichheit der Versuchsbedingungen herzustellen bestrebt war, nicht ganz sicher ausschliessen kann, dürften hiefür sowie dafür in Betracht kommen, dass nicht in allen einzelnen Versuchen die ganze Reihe der geschilderten Erscheinungen zur Ausprägung kam.

Die [illegible]
führten, m[illegible]
Erwärmen[illegible]
um zu de[illegible]
Contracti[illegible]
und dürft[illegible]
Übung i[illegible]
folgende[illegible]
zur Auf[illegible]
logische[illegible]
Ein[illegible]
Objecten[illegible]
namentl[illegible]
bei dene[illegible]
und der[illegible]
stens n[illegible]
der Di[illegible]
suchten[illegible]
Saugkr[illegible]
Ansau[illegible]
schiede[illegible]
terung[illegible]
nähren[illegible]
in Betr[illegible]
denen [illegible]
system[illegible]
Herzen.[illegible]
anderen[illegible]
mit Blut[illegible]
V[illegible]
ständig[illegible]
dies un[illegible]
braten [illegible] Daphnien [illegible]
ermittelt [illegible] nach [illegible] in Ameisen-
Versuch[illegible] nachträglich wieder mit Ameisen-
R. Flat[illegible] und etwas stärkeren
Wirt[illegible] Zeit lebend erhalten, und theils
unter Zu[illegible] untersucht. Ich erhielt dabei

ausgeprägte Färbung des Darmes und der Schalendrüse, sowie in den Goldpräparaten schwächere, einer grösseren Zellanhäufung in der Nähe des Auges, von der schwach gefärbte, sich ramificirende fädige Fortsätze ausgingen, konnte jedoch an dem in toto schwach gefärbten Herzen nie etwas auffinden, was als Ganglienzelle oder Nervenfaser hätte gedeutet werden können.

Ich habe in Osmium fixirte Herzen von *Salpa* und *Ciona* und in starker Flemming'scher Lösung fixirte Herzen von *Pterotrachea* theils in feinen Lamellen, theils nach nachträglicher Alkoholbehandlung und Einbettung in Celloidin in Schnittserien untersucht, konnte aber auch hier keinen Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Ganglienzellen oder Nervenfasern finden.

Ich war von diesem negativen Befunde sehr überrascht, weil das Auftreten von Herzstillstand bei Unruhe an einzelnen der untersuchten Thiere, sowie die Auslösung von Bewegungen des in Stillstand versetzten Herzens durch mechanische Reizung des Mantels bei *Salpa* mir den Gedanken nahe gelegt hatte, dass es sich dabei um Reflexe auf Herznerven handelt.

Man wird also zur Erklärung dieser Erscheinung an andere, verwickeltere Einflüsse auf den Herzschlag denken müssen, wenn man nicht annehmen will, dass Ganglienzellen und Nervenfasern am Herzen der untersuchten Thiere wohl vorhanden, aber mit den von mir angewendeten Methoden nicht nachweisbar sind.

Ich muss übsigens darauf verweisen, dass früher schon Krukenberg am Ascidienherzen und Ransom am Herzen von *Pterotrachea* und den Tunicaten (15) zu demselben negativen Ergebnisse hinsichtlich des Vorhandenseins von Ganglienzellen und Nervenfasern gelangt waren, dass das Nervensystem bei den Cladoceren überhaupt ein sehr reducirtes ist und dass es nach Vogt und Yung bei Tunicaten nicht gelingt, die vom centralen Nervenknoten ausstrahlenden Nerven weit über diesen hinaus zu verfolgen (8, S. 273 und 303).

Dieser negative Befund scheint mir die angeführten Thiere überhaupt zu einem interessanten Versuchsobject hinsichtlich der auf den Herzschlag Einfluss nehmenden Reize zu stempeln. Die Kürze meines in erster Reihe einem anderen Arbeitszwecke

gewidmeten Aufenthaltes in Neapel gestattete mir aber nicht einmal eine weitere Ausdehnung der angeführten Versuche, geschweige denn ein Eingehen auf andere Fragen.

Für die Unterstützung, die ich bei Ausführung dieser Untersuchung an der zoologischen Station in Neapel fand, fühle ich mich dankbar verpflichtet. Herrn Dr. Giesbrecht insbesondere habe ich für die Bestimmung der benützten marinen Cruster zu danken.

Verzeichniss der angeführten Literatur.

1. M. Löwit. Ein heizbarer Objecttisch für starke Vergrösserungen. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. II, 1885, S. 43.

2. C. Claus. Lehrbuch der Zoologie. Marburg und Leipzig 1883. S. 374.

3. C. Eckhard. Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. IV. Giessen 1867. S. 37 und 46.

4. F. Plateau. Recherches physiologiques sur le coeur des crustacés décapodes. Archives de biologie. Bd. I. 1880. S. 637.

5. Th. W. Engelmann. Der Bulbus aortae des Froschherzens. Pflüger's Archiv. Bd. 29. 1882. S. 456—458.

6. W. Biedermann. Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. Vierzehnte Mittheilung. Über das Herz von *Helix pomatia*. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. 89. III. Abth. Jänner-Heft. Jahrg. 1884.

7. G. Fano. Über Tonusschwankungen der Atrien von *Emys europaea*. Beiträge zur Physiologie zu C. Ludwig's 70. Geburtstage. Leipzig 1887. S. 289 ff.

8. C. Vogt und E. Yung. Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Bd. II, S. 312. Braunschweig 1890.

9. Hensen. Physiologisches Practicum. Archiv von Du Bois-Reymond. 1889. S. 162.

10. W. Pascheles. Über den Einfluss der Temperaturänderung auf die Thätigkeit des Froschherzens. Zeitschrift für Heilkunde. Bd. 13. S. 187 ff.

11. R. Flatow. Über den Einfluss der Temperatur auf die Thätigkeit des Froschherzens. Arch für experim. Path. und Pharmakol. 1892. Bd. 30. S. 363 ff.

12. E. v. Cyon. Gesammelte physiologische Arbeiten. Berlin 1888.

13. M. Ide. Wie erklärt sich der Stillstand des überwärmten Herzens? Archiv von Du Bois-Reymond. Jahrgang 1892. Supplem. Bd. S. 257.

14. E. Hering. Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz. Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. Prag 1889. N. F. IX. Bd. S. 42.

15. W. B. Ransom. On the cardiac rhythm of invertebrata. Journ. of physiol. 5. Bd. S. 321—323, 325, 326.

XXI. SITZUNG VOM 19. OCTOBER 1893.

Der Secretär legt das erschienene Heft III—VII (März bis Juli 1893) des 102. Bandes der Abtheilung III der Sitzungsberichte vor.

Herr Oberbergrath Prof. Dr. Wilhelm Waagen in Wien dankt für seine Wahl zum inländischen correspondirenden Mitgliede dieser Classe.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang übersendet eine Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien von dem diplom. Chemiker Herrn Carl Mangold, betitelt: »Die Dampfdrucke von Benzolkohlenwasserstoffen der homologen Reihe C_nH_{2n-6} und von Gemischen aus Benzol und Toluol«.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung von Prof. Emanuel Czuber in Wien: »Über Curvensysteme und die zugehörigen Differentialgleichungen«.

Herr Prof. Dr. Anton Puchta in Czernowitz übersendet eine Abhandlung, betitelt: »Aufstellung eines neuen dreifach orthogonalen Flächensystems«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Arbeit aus seinem Laboratorium: »Über den Wassergehalt der Calciumsalze von Bernsteinsäure und Methyläthylessigsäure«, von D. Milojkowič.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: »Notiz über die zu einer Fundamentaldiscriminante gehörigen Bernoulli'schen Zahlen«.

Herr Prof. Dr. Ed. Lippmann in Wien überreicht folgende Mittheilung: »Über ein isomeres Monojodalkylderivat des Cinchonins«.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. IX. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

XXII. SITZUNG VOM 2. NOVEMBER 1893.

In Verhinderung des Herrn Vicepräsidenten übernimmt Herr Intendant Hofrath Ritter v. Hauer den Vorsitz.

Im Auftrage seiner k. u. k. Hoheit des durchlauchtigsten Herrn Erzherzogs Ludwig Salvator, Ehrenmitgliedes der kaiserl. Akademie, wird von der Buchdruckerei Heinr. Mercy in Prag die Fortsetzung des Prachtwerkes »Die Liparischen Inseln«, II. Folge: »Salina« für die akadem. Bibliothek übermittelt.

Rector und Senat der kaiserl. russischen Universität zu Kasan laden die kaiserl. Akademie zur Theilnahme an der am 3. November l. J. bei dieser Universität stattfindenden Gedenkfeier des hundertjährigen Geburtstages ihres einstigen Rectors und Professors, des berühmten Geometers Nicolas Lobatschevsky, ein.

Herr Prof. Dr. Karl Rabl in Prag dankt für seine Wahl zum inländischen correspondirenden Mitgliede dieser Classe.

Der Secretär legt das erschienene Heft VI—VII (Juni bis Juli 1893) des 102. Bandes der Abtheilung I der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. Franz Exner übersendet eine Abhandlung von Dr. Mathias Cantor in Tübingen: »Über die Zerstreuung der Elektricität durch das Licht.«

Herr Prof. Dr. M. Holl in Graz übersendet eine Abhandlung: »Über das *Foramen caecum* des Schädels«.

Die Herren Oberlehrer Dr. J. Elster und H. Geitel vom herzogl. Gymnasium zu Wolfenbüttel übersenden eine Abhandlung: »Beobachtungen der normalen atmosphärischen Elektricität auf dem Sonnblick«.

Herr A. Kuwert in Wernsdorf (Ostpreussen) übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »Die Passaliden«.

Das w. M. Herr Director E. Weiss bespricht die Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Brooks in Geneva (N. Y.) in den Morgenstunden des 17. October gelungen ist.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Claus überreicht eine Abhandlung von Dr. Theodor Pintner in Wien, betitelt: »Studien an Tetrarhynchen nebst Beobachtungen an anderen Bandwürmern. I. *Tetrarhynchus Smaridum* Pintner«.

Ferner überreicht Herr Hofrath Claus eine Abhandlung des Prof. Dr. Anton Jaworowski in Lemberg, betitelt: »Die Entwickelung der sogenannten Lungen bei den Arachniden und speciell bei *Trochosa singoriensis* Laxm.«.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ad. Lieben überreicht eine Arbeit aus seinem Laboratorium von Horace Landau: »Über die Löslichkeit des önanthylsauren Silbers, Calciums und Bariums, sowie des trimethylessigsauren Calciums und Bariums«.

Ferner überreicht Herr Hofrath Lieben eine Arbeit aus dem Laboratorium der k. k. chemisch-physiologischen Versuchsstation für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg bei Wien von dem Assistenten W. Seifert: »Über Vitin und den Wachskörper der Traubenbeeren amerikanischer Reben und deren Hybriden« (I. Mittheilung).

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Erzherzog Ludwig Salvator, Die Liparischen Inseln. II. Salina. Prag, 1893; Folio.

Benko, Jerolim Freih. v., Die Reise S. M. Schiffes »Zriny« nach Ost-Asien 1890—1891. Verfasst auf Befehl des k. u. k. Reichs-Kriegsministeriums (Marine-Section). I. Lieferung: Die Ausreise von Pola über Suez, Aden, Colombo, Singapore nach Shanghai. (Mit einer Reiseskizze.) Wien, 1893; 8°.

Loewy, M., Recherches sur la détermination des constantes des clichés photographiques du Ciel. Paris, 1893; 4°.

Über das Foramen caecum des Schädels

von

Prof. Dr. **M. Holl.**

(Mit 1 Tafel.)

Henle[1] beschreibt das Foramen caecum als einen cylindrischen, nach unten verjüngt und blind zulaufenden Canal, welcher von der Rinne zwischen den Processus alares des Siebbeines in Verbindung mit einer medianen Furche des Stirnbeines umschlossen wird. Häufig sei das Foramen caecum in dem Stirnbein allein enthalten; alsdann zeigt der vordere Rand der Crista galli statt einer medianen Furche eine schwache Firste, mit welcher er in einer Rinne des Stirnbeines befestigt ist.

»Das Foramen caecum wird in der Regel von einem Bindegewebsstrang, welcher sich in die Falx cerebri fortsetzt, ganz ausgefüllt. Aus dem Grunde desselben führt eine feine Öffnung oder zwei zu Gefässcanälen des Processus nasalis des Stirnbeines.«

Im Handbuche der Nervenlehre[2] heisst es ganz kurz, dass die Dura mater mit einem kegelförmigen, soliden Fortsatze das Foramen caecum ausfüllt.

Im Handbuch der Gefässlehre[3] sagt Henle, dass im Foramen caecum (regelmässig nur im kindlichen Alter) der Sinus sagittalis sup. mit den Venen der Nasenhöhle zusammenhängt.

---

[1] Handbuch der Knochenlehre des Menschen. 3. Auflage. Braunschweig, 1871. S. 127.

[2] 2. Auflage. Braunschweig, 1879. S. 350.

[3] 2. Auflage. Braunschweig, 1876. S. 348.

Nach Toldt[1] liegt in der Nahtfuge zwischen dem Stirn- und Siebbein vorne an der Crista galli das Foramen caecum, welches an kindlichen Schädeln aus der Schädelhöhle in die Nasenhöhle führt, an ausgewachsenen Schädeln aber nur mehr eine trichterförmige, gegen die Nasenhöhle blind abgeschlossene Vertiefung bildet. Weiters wird erwähnt, dass der Sinus sagittalis superior am Foramen caecum bei Neugebornen mit Nasenvenen in Verbindung steht.

Hyrtl[2] sagt, dass hinter der breiten, aber hohlen Basis des nicht immer gut entwickelten Nasenstachels ein kleines Loch vorkommt, das blinde Loch, welches entweder directe oder durch enge spaltförmige Seitenöffnungen in die Stirnhöhle und durch diese in die Nasenhöhle führt. Das blinde Loch lässt aber eine kleine Vene durchgehen, welche den Sinus falciformis major der harten Hirnhaut mit den Venen der Nasenhöhle verbindet und ist insofern kein blindes Loch, sondern ein doppelmündiger Canal. Weiters sagt derselbe Autor, dass das Foramen caecum, welches viel bezeichnender Porus cranio-nasalis genannt werden könnte, zuweilen vom Stirn und Siebbein zugleich gebildet wird. Von einem im Foramen caecum vorfindlichen Fortsatze der Dura mater findet sich keine Angabe.

Nach Gegenbaur[3] legt sich der meist verdickte vordere Theil der Crista galli mit zwei lateral gerichteten und fast senkrechten Vorsprüngen, Processus alares, an das Stirnbein und umschliesst damit einen als blind geendigt angenommenen Canal, Foramen caecum. Im zweiten Bande S. 303 heisst es, dass der Sinus sagittalis superior eine Vene vom Foramen caecum aufnimmt.

Rauber[4] gibt an, dass das Foramen caecum vom Siebbein und Stirnbeine oder auch vom letzteren gebildet wird. Es sei ein Emissarium Santorini, welches Venen der Nasenhöhle mit dem sagittalen Blutleiter verbindet.

---

[1] C. v. Langer, Lehrbuch der system. und topogr. Anatomie. 5. Aufl., bearbeitet von C. Toldt. Wien und Leipzig, 1893. S. 75 und 610.

[2] Lehrbuch der Anatomie. 20. Aufl. Wien, 1889. S. 297.

[3] Gegenbaur C., Lehrbuch der Anatomie. 5. Aufl. 1892. S. 220.

[4] Lehrbuch der Anatomie. (4. Aufl. v. Quain's Anat.) Leipzig, 1892. I. Bd., S. 223.

Merkel[1] sagt, dass eine Verbindung des Sinus longitudinalis superior durch das Foramen caecum mit den Venen der Nasenhöhle nur in der Jugend vorkomme; sie sei aber auch da jedenfalls nicht ausnahmslos vorhanden. Bei erwachsenen Leichen gelang es noch nie einen solchen Zusammenhang zu demonstriren. In der Anmerkung wird angegeben: »Hyrtl lässt in seinem Lehrbuch der Anatomie diesen Zusammenhang auch beim Erwachsenen vorhanden sein. Henle (Gefässlehre) gibt an, dass er regelmässig nur bei Kindern zu finden sei. Sappey (Trait. d'anat.) lässt ihn auch bei diesen nur als Ausnahmsfall zu. Fischer (Lymphbahnen des Centralnervensystems, Inaug. Dissert. Strassburg, 1879) gelang die Injection einmal bei einem $2^1/_2$jährigen Kinde.«

Luschka[2] beschreibt das Foramen caecum als die innere Mündung eines Venencanales, welcher sich im weiteren Verlaufe nach abwärts gewöhnlich theilt, um in die hinteren Cellulae frontales des Siebbeines auszumünden. In einem von ihm beobachteten Falle hat die Mündung der Canälchen auf dem Rücken der Nasenbeine stattgefunden. S. 149 sagt Luschka, dass das vordere Ende des Sinus longitud. superior durch das Foramen caecum mit Venen der Siebbeinzellen oder der Stirnhöhlen communicirt.

Arnold[3] lässt durch das blinde Loch (einem Emissarium) den Längsblutleiter mit den Nasenvenen communiciren.

Nach Krause[4] führt das Foramen caecum durch enge Canälchen meistens in die Stirnhöhlen, zuweilen auch zu den Löchern des Nasenbeines. An anderer Stelle, S. 674, sagt er, dass das vordere, sehr dünne Ende des Sinus sagittalis superior durch das Foramen caecum mit den Venen der Nasenhöhle communicirt und S. 825, dass die Dura mater vermittelst zahlreicher und röhrenförmiger durch das Foramen caecum und

---

[1] Handbuch der topographischen Anatomie. Braunschweig 1885—1890. 1. Bd., S. 74.

[2] Die Anatomie des menschlichen Körpers. (Der Kopf.) Tübingen, 1867. S. 77.

[3] Handbuch der Anatomie. Freiburg in B., 1844. 1. Bd., S. 405.

[4] Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover, 1879. 3. Auflage. 2. Bd., S. 38.

die Foramina cribrosa dringenden Scheiden mit dem Perioste der Nasenhöhle in Verbindung steht.

Rüdinger[1] äussert sich, dass es noch eines Beweises bedarf, ob bei erwachsenen Individuen der Sinus longitudinalis sup. im Foramen caecum mit Venen der Nasenhöhle communicirt.

Nach Aeby[2] verläuft im Inneren des Proc. nasalis ein nach unten stark verengter Canal (emissarium frontale), welcher mit Unrecht allgemein als blindes Loch (For. caecum) bezeichnet wird. Wenigstens in der Jugend gelangen durch dasselbe Venen zur Nasenhöhle (S. 757).

Debierre[3] beschreibt als Inhalt des blinden Loches einen Fortsatz der Dura mater und eine kleine Vene. S. 683 sagt derselbe Autor, dass der Sinus longitudinalis superior nebst anderen Zuflüssen in gewissen Fällen (bei Kindern) eine Nasenvene erhält, welche das blinde Loch durchsetzt.

Romiti[4] sagt vom Foramen caecum: »Questo foro non termina a cul di sacco, ma immette nella cavità nasali e dà passagio ad una vena emissaria (Hyrtl).

Die angeführten Literaturangaben dürften genügen um zu erkennen, dass die Angaben der verschiedenen Autoren über das Foramen caecum und dessen Inhalt nicht übereinstimmender Natur sind; ja selbst ein und derselbe Autor äussert sich darüber an verschiedenen Stellen seiner Angaben verschieden. So z. B. erwähnt Gegenbaur in der Knochenlehre, dass der Foramen caecum einen als blind geendigt angenommenen Canal darstellt, während es an anderer Stelle heisst, dass das Sinus sagittalis sup. vom Foramen caecum eine Vene aufnimmt. Nach Krause führt das For. caecum durch enge Canälchen in die Stirnhöhlen, zuweilen zu den Löchern des Nasenbeines; an anderen Stellen wird angegeben, dass die Dura mater durch das blinde Loch hindurch mittelst eines Fortsatzes mit dem Perioste der Nasenhöhle im Zusammenhange sei, wie auch, dass durch

[1] Topographisch-chirurgische Anatomie des Menschen. 3. Abth., 1. Hälfte. Stuttgart, 1874. S. 34.

[2] Der Bau des menschlichen Körpers. Leipzig, 1868. S. 211.

[3] Traité élémentaire d'anatomie. Tome prem. Paris, 1890. S. 73.

[4] Trattato di anatomia dell'uomo. Volum I., S. 263.

mit dem Sin. sagitt. sup. com-
ıde Angaben finden sich in der

ıgeführten Literaturangaben zu-
ende Anschauungen: Das Foramen
.digt angenommen« (Gegenbaur);
es eine blind abgeschlossene Ver-
. Grunde desselben führt eine feine
.ässcanälen des Processus nasalis des
rect oder indirect, durch enge spalten-
ı führt es in die Stirnhöhlen und durch
hle (Hyrtl). Das For. caecum, welches
rlaufe nach abwärts gewöhnlich theilt,
en Cellulae frontales des Siebbeines; ein-
lung auf dem Rücken der Nasenbeine
ırt durch enge Canälchen meistens in die
ilen auch zu den Löchern des Nasenbeines
den übrigen Autoren stellt dasselbe eine Ver-
ädelhöhle mit der Nasenhöhle entweder con-
ın Schädeln jugendlichen Alters dar.
angeführten Autoren erwähnen nur Henle
d Krause, dass sich in das For. caecum ein Fort-
a mater hineinbegibt, welcher nach Krause mit
e der Nasenhöhle in Verbindung stehen soll.
end nach Rüdinger es noch eines Beweises bedarf
wachsenen Individuen der Sinus longitudinalis im
caecum mit Venen der Nasenhöhle communicirt,
ıne solche Verbindung bei Erwachsenen gelten: Hyrtl,
ıbaur, Rauber, Arnold, Krause, Aeby, Romiti.
nässig sei die Verbindung nur im kindlichen Alter nach
ıe, Debierre, bei Neugebornen nach Toldt, in der Jugend
ı Merkel (aber auch da nicht ausnahmslos), bei Kindern als
ınahmsfall nach Sappey, einmal nach Fischer. Nach
ıschka communicire das vordere Ende des Sinus longitu-
ınalis superior durch das For. caecum mit Venen der Siebbein-
zellen oder Stirnhöhlen.

Um über das Foramen caecum und dessen Inhalt eine richtige Kenntniss zu erhalten, ist es nothwendig, die Unter-

suchung an macerirten und nicht macerirten Schädeln vorzunehmen. Die Untersuchung darf sich aber nicht auf erwachsene Schädel beschränken, sondern hat auf die verschiedenen Entwicklungszustände Rücksicht zu nehmen.

1. Untersuchung an macerirten Schädeln.

Das Foramen caecum ist an das Vorhandensein der Spina nasalis des Stirnbeines gebunden; fehlt dieselbe, so mangelt auch das blinde Loch. Daher in jenen Entwicklungsstadien des Stirnbeines, in welchen die Spina nasalis nicht angelegt oder aber erst in Bildung begriffen ist, von einem Foramen caecum keine Rede sein kann.

a) An Schädeln von Erwachsenen stellt die Spina nasalis einen mächtigen Knochenfortsatz dar, der seinen Ursprung vom ganzen vorderen Rande der Incisura ethmoidalis des Stirnbeines nimmt und mit einer nach vorwärts und abwärts gerichteten Spitze endigt. Seine obere vordere Fläche ist rauh und dient vornehmlich zur Anlagerung der Nasenbeine, aber auch der Stirnfortsätze der Oberkiefer.

Die hintere, untere Fläche kann in einen oberen und einen unteren Antheil zerlegt werden. Der obere Antheil (Fig. 1 *o*), welcher den Eingang in das Foramen caecum enthält, beginnt bei der Wurzel der Crista frontalis und stellt ein nach unten meist spitz zulaufendes Feld dar, welches rauh ist und zur Anlagerung der vorderen Fläche der Crista galli dient. Dieses Feld ist die Oberfläche einer Knochenwand, welche das Foramen caecum nach hinten begrenzt; es kann dieselbe unter Umständen in ihrem oberen Antheile defect sein, so dass die Deckung des Foramen caecum daselbst durch die vordere Wand der Crista galli geschieht und der Eingang in das Foramen caecum daher vom Stirnbein und Siebbein gebildet wird. Der weitere Abschnitt des Foramen caecum ist aber unter allen Umständen nur in der Pars nasalis des Stirnbeines zu finden und die gegensätzliche Angabe, wonach das Foramen caecum als ein in der Regel zwischen Stirn und Siebbein blind zulaufender Canal sich vorfinde, ist vollständig unrichtig, dementsprechend z. B. auch die Abbildung Henle's vom Foramen caecum in Fig. 122 eine gefehlte ist.

Unterhalb des rauhen Feldes springt ein Knochenkamm, Crista proc. nas. (Fig. 1 *c*) vor, der zur Verbindung mit dem vorderen Rande der Lamina perpendicularis des Siebbeines dient.

Zu beiden Seiten des rauhen Feldes und der Crista proc. nasalis ziehen von oben nach abwärts sich verbreitende Rinnen (Fig. 1 *r*), welche die obersten Antheile der vorderen Wand der knöchernen Nasenhöhle darstellen. Im schmalen Theile der Rinne liegt die Eingangsöffnung (Fig. 1 *n*) für den Canalis nervi ethmoidalis, dessen Ausgangsöffnung an der oberen Fläche des Proc. nasalis gefunden wird.

Von den Knochenlefzen, welche die Rinne begrenzen, verbinden sich die medialen mit der Crista galli, die lateralen je mit dem vorderen Rande der medialen Wandung des Siebbeinlabyrinthes. Der oberste Antheil begrenzt mit einem entsprechenden Ausschnitt der Lamina cribrosa des Siebbeines jene Lücken, mittelst welcher die N. ethmoidales die Nasenhöhle verlassen. Vom Foramen caecum zweigt meist ein feines Canälchen für den Sinus frontalis ab (Fig. 1 *s*), welches ein Gefässchen der Dura mater zur Mucosa des Sinus leitet.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass der Processus nasalis einen wichtigen Bestandtheil des Gesichts-Hirnschädels darstellt, und dass er im Wesentlichen zur Befestigung des ersteren an den letzteren beiträgt. Gleich einem Nagel steckt er zwischen Siebbein, Stirnbein, den Nasenbeinen und Stirnfortsätzen der Oberkiefer. Querschnitte durch die entsprechende Schädelgegend lassen seine hohe Bedeutung für die Festigkeit des Knochengerüstes deutlich erkennen. Ferners geht hervor, dass die an der hinteren unteren Wand des Processus nasalis sich vorfindlichen Rinnen die vordere Wand der knöchernen Nasenhöhle in ihrem obersten Antheile bilden, dass daher die Nasenbeine beiläufig nur mit ihren zwei unteren Dritteln das knöcherne Nasendach bilden; mit dem oberen Drittel decken sie den Processus nasalis des Stirnbeines.

Anlangend das Foramen caecum, so stellt dasselbe einen bei der Wurzel der Crista frontalis beginnenden, allmälig sich verjüngenden, in der Spitze des Processus nasalis blind endigenden Canal dar. Dieser Canal ist stets vorhanden und nur

in dem Nasenfortsatze des Stirnbeines enthalten. Seine Eingangsöffnung kann unter Umständen, wie schon erwähnt wurde, von der Crista galli und dem Stirnbeine gebildet werden; der weitere Verlauf findet sich aber immer im Processus nasalis.

Nur wenn der Processus nasalis des Stirnbeines am vollständig ausgebildeten Schädel an seiner Spitze abgebrochen ist, erscheint das Foramen caecum als ein unten offener Canal, sonst endigt der Canal wirklich, wie es der Name ausdrücken soll, in der Spitze des Processus nasalis blind.

Knapp unter der Eingangsöffnung in das Foramen caecum zweigt vom Canal je ein feinstes Canälchen ab, welche in die Stirnhöhlen führen; meist sind sie sehr schwer sondirbar; die Ursache hiefür ist aber in vielen Fällen in einer Verstopfung gelegen.

Das bisherige Ergebniss der Untersuchung des Foramen caecum lautet daher: Am ausgewachsenen, macerirten Schädel stellt das Foramen caecum einen in dem Processus nasalis des Stirnbeines enthaltenen, blind endigenden Canal dar, von welchem, nahe seiner Eingangsöffnung je ein feinstes Canälchen für die Sinus frontales abzweigt. Nur die Eingangsöffnung kann vom Stirn- und Siebbein gebildet werden; der eigentliche Canal befindet sich stets nur im Processus nasalis des Stirnbeines. Das blinde Loch ist ein blinder Canal; ersterer Name ist ganz unsinnig.

b) Die Untersuchung von in Entwicklung begriffenen Schädeln ergibt, dass der Processus nasalis des Stirnbeines umso stärker entwickelt ist, je vorgeschrittener das Entwicklungsstadium des Schädels ist.

Gegen das Ende des ersten Lebensjahres findet man gewöhnlich die Anlage des Processus nasalis, und zwar als leichten Auswuchs der medialen Ecke jedes Stirnbeines, so dass er also eine paarige Anlage besitzt; diese Anlagen kommen später in der Mittellinie zur Vereinigung. Mit dem Verschwinden der Stirnnath verschwindet die Fuge zwischen den beiden Anlagen und dann erscheint der Processus nasalis als unpaariger Fortsatz.

Zur Zeit, wenn noch kein Processus nasalis existirt, legt sich die Crista galli mit zwei langen Flügeln an das vordere

Ende der Incisura ethmoidalis des Stirnbeines an; dadurch wird eine grosse Lücke gebildet, welche am macerirten Schädel von der vorderen Schädelgrube gerade herab in die Nasenhöhle führt. Mit der Entwicklung des Processus nasalis wird aber diese Lücke immer kleiner und an ihre Stelle tritt das Foramen caecum. Man darf aber nicht der Vorstellung Raum geben, als wäre das Foramen caecum ein Rest jener grossen Lücke, denn die Entwicklung aufeinander folgender Stadien lehrt anderes.

Am vorderen Rande der Incisura ethmoidalis des Stirnbeines entwickelt sich der Processus nasalis als kurzer Fortsatz, dessen hintere Wand gegen die oben erwähnte Lücke schaut. An der hinteren Fläche des kurzen Processus nasalis wächst rechts und links eine Knochenleiste heraus, welche sich an die seitlichen Ränderflügel der Crista galli der Lücke anschmiegt. Dadurch ist es gekommen, dass der Processus nasalis des Stirnbeines hinten eine Rinne besitzt, welche mit den Flügeln Crista galli jene Lücke begrenzt.

Die Knochenleisten des Processus nasalis wachsen entlang der Flügeln der Crista galli nach rückwärts und vereinigen sich vor dem Körper der Crista galli, so dass der noch ganz kurze Processus nasalis eine Lücke (Loch) enthält, welche von der Schädelhöhle in die Nasenhöhle führt und an Stelle der früheren Lücke getreten ist; diese Lücke ist die Anlage des Foramen caecum.

Mit dem Wachsthum des Processus nasalis in die Länge wird die Lücke ein Canal, und indem die Wandungen sich verdicken, der Canal enger. Da die Verdickung innen im unteren Theil des Processus nasalis weiter um sich greift als im oberen Theile, wird der Canal sich nach abwärts verjüngen müssen; ja endlich kommt es im untersten Antheile des Processus nasalis zum völligen Verschlusse, zu der Zeit, wann die Spitze des Processus nasalis gebildet ist.

Es kann sein, dass die Knochenleisten des Processus frontalis in der Gegend der Crista galli sich vor derselben nicht vereinigen, dann wird der Eingang in den Canal vom Processus nasalis und der Crista galli begrenzt und es macht den Eindruck, als ob der ganze Canal (das Foramen caecum)

zwischen Proc. nasalis des Stirnbeines und der Crista galli herabzieht.

Der Canal, beziehungsweise das Foramen caecum, ist an das Vorhandensein des Processus nasalis, da er eine Bildung desselben darstellt, gebunden, und seine grössere oder geringere Länge hängt mit der Längenentwicklung des Processus nasalis zusammen.

An dreijährigen Kinderschädeln findet man häufig den Processus nasalis schon ziemlich entwickelt, an der Spitze desselben aber ist noch die untere Mündung des Canales sichtbar. Der untere Verschluss des Canales erfolgt gewöhnlich im 5.—8. Lebensjahre. Hinsichtlich dieser Verhältnisse kommen viele Abweichungen vor, indem z. B. an fünfjährigen Kinderschädeln häufig genug ein ganz kurzer Processus nasalis mit einem ganz kurzen weiten oben und unten offenen Canal (Foramen caecum) angetroffen wird.

Aus dem nun Mitgetheilten geht hervor, dass nicht von einem blinden Loche, sondern nur von einem blind endigenden Canale die Rede sein kann. Der blinde Canal wird ganz allein im Processus nasalis des Stirnbeines gebildet; er steht mit dessen Entwicklung im engsten Zusammenhange. Zu einer Zeit, wann noch kein Processus nasalis vorhanden, findet sich an macerirten Schädeln eine grosse Lücke zwischen Incisura ethmoidalis des Stirnbeines und der Crista galli, welche eine Verbindung der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle herstellt. Mit der einhergehenden Bildung des Proc. nasalis wird diese Lücke immer mehr eingeengt und endlich durch ihn verlegt. Da aber der Nasenfortsatz einen Canal enthält, so stellt nur dieser die Verbindung der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle her, und indem es während der Kinderjahre an der Spitze des Nasenansatzes des Stirnbeines zum Verschlusse des unteren Endes des Canales kommt, so geht auch an macerirten Schädeln die Verbindung zwischen Schädel- und Nasenhöhle verloren; der früher den Processus nasalis in seiner ganzen Länge durchsetzende Canal endigt an seinem unteren Ende blind, es ist daher ein blinder Canal (Foramen caecum) entstanden.

In einigen Fällen geschieht der vollkommene Verschluss des unteren Canalendes erst in späterer Zeit, daher manchmal

auch an Schädeln von Erwachsenen kein blinder Canal angetroffen wird. Die häufigste Ursache für einen an Schädeln Erwachsener vorkommenden durchgängigen Canal ist in einem Abgebrochensein der Spitze des Nasenfortsatzes zu suchen, wodurch das untere, blinde Ende des Canales entfernt und er so geöffnet wird. Das Foramen caecum wäre, um den Verhältnissen an kindlichen und erwachsenen Schädeln zu entsprechen, am besten als Canalis processus nasalis zu bezeichnen.

2. Untersuchung an nicht macerirten Schädeln.

Diese ergibt, dass sowohl an kindlichen als erwachsenen Schädeln der Canal von einem Fortsatze der Dura mater vollkommen ausgefüllt ist. (An Schädeln, wo noch kein Processus nasalis vorhanden, bildet eine nach unten gerichteter kurzer, dicker Fortsatz der Dura mater den Verschluss oben gedachter Lücke zwischen Stirn- und Siebbein.)

Wird der Fortsatz der Dura mater aus dem Canale entfernt und letzterer in verschiedenster Weise untersucht, so ergibt sich immer, dass von einer Communication der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle mittelst desselben niemals die Rede sein kann. Dass auch an erwachsenen nicht macerirten Schädeln der von dem Fortsatze befreite Canal keine Verbindung der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle zeigt, er also kein Gebilde von der ersteren in die letztere oder umgekehrt leiten könne, ist von vorneherein einleuchtend, da ja auch an solchen Schädeln der Canal blind endigt.

Aber auch an kindlichen, nicht macerirten Schädeln, wo kein blinder, sondern ein nach unten offener Canal den Processus nasalis des Stirnbeines durchsetzt, kann nach Herausnahme des Fortsatzes der Dura mater keine Verbindung der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle eintreten, da der Processus nasalis wohl hinter den Nasenbeinen, aber vor der vorderen Wand der knorpeligen, beziehungsweise häutigen Nasenkapsel lagert; daher eine in den Canal des Processus nasalis des Stirnbeines kindlicher, nicht macerirter Schädel eingeführte Sonde sich nicht in die Nasenhöhle, sondern zwischen ihrer vorderen knorpeligen (häutigen) Wand und den Nasenbeinen einschiebt.

Dieses Verhalten des Canales des Nasenfortsatzes des Stirnbeines am kindlichen nicht macerirten Schädel darf nicht auf den mit Weichtheilen versehenen Erwachsener übertragen werden.

Präparirt man an einem jugendlichen Schädel die ganze äussere knorpelige Nase und nimmt man von der Gegend der Nasenbeine und der Stirnfortsätze der Oberkiefer und dem angrenzenden Stirnbeine die Haut und Beinhaut weg, so liegt das ganze Gerüst der äusseren Nase vollkommen frei zu Tage. Entfernt man nun die Nasenbeine und vielleicht auch die Stirnfortsätze, so gewahrt man, dass hinter diesen noch in grosser Ausdehnung das knorpelige Nasenskelet vorhanden ist.

Die vordere knorpelige Nasenkapselwand (Fig. 2) zieht sich hinter den Nasenbeinen, hinter dem Processus nasalis des Stirnbeines hinauf, um daselbst in die obere Wand, die Crista galli und Lamina cribrosa des Siebbeines unmittelbar überzugehen; hinter den Stirnfortsätzen der Oberkiefer geht sie in die seitlichen Wandungen der Kapsel über. Da der Processus nasalis des Stirnbeines vor der vorderen Wand der Nasenkapsel liegt, ist es daher von vorneherein ausgeschlossen, dass derselbe eine Verbindung der Schädelhöhle mit der Nasenhöhle bilden, wie auch, dass er irgend ein Gebilde von der einen Höhle in die andere oder umgekehrt leiten könne. Ja selbst späterhin, wenn die knorpelige Kapsel schwindet, können sich die Verhältnisse nicht ändern, da die Schleimhaut der Nasenhöhle eine ebenso geschlossene Kapsel wie die knorpelige Nasenkapsel es ist, darstellt.

Der Schwund der knorpeligen Nasenkapsel, an den Stellen, wo sie von Knochen (Nasenbeinen, Stirnfortsätzen) bedeckt ist, geschieht nicht plötzlich, sondern allmälig, während der Jugendzeit. Reste des Knorpels können, wie schon Zuckerkandl[1] bemerkt, auch bei Erwachsenen erhalten bleiben.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt die vordere Wand der knorpeligen Nasenkapsel bei Neugebornen und auch noch in späteren Entwicklungsstadien.

Bekanntlich findet man an Schädeln Neugeborner, zwischen den abgerundeten Ecken der Stirnbeine und den oberen Enden

[1] Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Naso-Ethmoidalregion. Wiener med. Jahrb. III. Heft. 1878.

der Nasenbeine eine bindegewebige Membran oder eine Stelle, welche Zuckerkandl[1] mit dem Namen Fonticulus naso frontalis belegt. Die Fontanelle wird später immer kleiner, verschwindet endlich ganz.

Entfernt man die Nasenbeine, so kommt ein bindegewebiger Pfropf (Fig. 3 *p*) zum Vorschein, welcher nach oben mit der Dura mater zusammenhängt, einen Fortsatz derselben darstellt. Eine in den Fonticulus naso-frontalis eingestossene Nadel trifft diesen Fortsatz. Alle diese Verhältnisse sind von Zuckerkandl bereits erwähnt, wie auch, dass wenn der bindegewebige Pfropf entfernt wird, im oberen Theil der vorderen knorpeligen Wand der Nasenkapsel (also unterhalb der Crista galli) eine dreieckige Grube — Fossa supranasalis (triangularis, rhomboidalis) Fig. 2 — zum Vorschein kommt.

Diese Fossa supranasalis ist auch bei Rambaud und Renault abgebildet; bei Zuckerkandl Taf. VIII, Fig. 10. Herr Geheimrath Prof. Dr. W. His hatte die Güte, mich aufmerksam zu machen, dass in Selenka's Entwicklungsgeschichte des Opossum auf Taf. 26 und 27 gegebenen Abbildungen die rautenförmige Grube an der Nasenwurzel deutlich zu sehen ist.

Unsere Fig. 2 zeigt die ziemlich grosse Grube, welche gleich unterhalb der Crista galli an der vorderen Wand der Kapsel liegt. Eigentlich ist diese Grube dreieckig und nicht rautenförmig, wie angegeben wird. Der untere Winkel ist spitz und geht in eine schmale Rinne (Fig. 2) über, welche, immer feiner werdend, sich in der Nähe der Nasenspitze verliert.

Bei der weiteren Entwicklung der Nase wird die Grube immer kleiner und seichter und die Rinne kommt zum Schwinden.

In der Grube liegt der oben besprochene bindegewebige Pfropf als Fortsatz der Dura mater; bei näherem Zusehen findet man, dass er in die Rinne eine Fortsetzung in Form eines feinen Fadens entsendet, welcher Faden sich im Bindegewebe der Nasenspitze verliert.

Mikroskopisch untersucht besteht der Pfropf aus demselben Gewebe, aus welchem die Dura mater aufgebaut ist.

---

[1] Origine et développement des os. Paris 1864. Taf. 10, Fig. 8.

Einige mikroskopische Gefässe durchziehen ihn; er ist also nicht gefässreich, wie Zuckerkandl angibt. Durch Imbibition mit Blut aus den Blutgefässen der Nachbarschaft erhält er eine röthliche Färbung und auf diese Weise wird ein Gefässreichthum vorgetäuscht.

Schneidet man den Fortsatz an der Dura mater ab, so sieht man letztere vom Siebbein auf die Stirnbeine übergehend, die an den macerirten Schädeln von Neugebornen zwischen genannten Knochen liegende, oben beschriebene Lücke überbrückend.

Der Fortsatz bildet die Grundlage für die Bildung des Processus nasalis des Stirnbeines. Zu seinen Seiten bilden sich kleine Knochenplättchen, von denen jedes an die Ecke des Stirnbeines sich anlegt und verwächst, während sie vorne in der Medianlinie sich mit einander verbinden. So wird nun der bindegewebige Pfropf von einer Knochenrinne, welche am Stirnbeine befestigt ist, vorne und seitlich umschlossen. Die Knochenrinne ist die Anlage des Processus nasalis. Indem die Flügel derselben den Propf nach hinten umwachsen und daselbst zur Vereinigung gelangen, ist ein kurzer (hohler) Processus nasalis gebildet, der den bindegewebigen Propf in sich schliesst. Nun liegt in der Fossa triangularis der Processus nasalis und erst in ihm der bindegewebige Propf, welcher noch immer den feinen Faden als Fortsatz nach abwärts entsendet.

Der Nasenfortsatz wird immer länger und kegelförmig; die Bildung der Knochensubstanz geht vom bindegewebigen Pfropfe aus, welcher also die Matrix des Processus nasalis darstellt. Mit der Ausbildung der Spitze des Nasenfortsatzes wird der fadenartige Fortsatz von dem bindegewebigen Pfropfe abgetrennt und man hat nun einen hohlen, unten blind endigenden Nasenfortsatz des Stirnbeines vor sich, welche den Fortsatz der Dura mater enthält.

Da der bindegewebige Fortsatz ursprünglich zwischen den Nasenbeinen einerseits und anderseits der vorderen Wand der knorpeligen Nasenkapsel gelegen ist, so muss nothwendiger Weise der Processus nasalis des Stirnbeines, welcher eine knöcherne Kapsel um denselben darstellt, dieselbe Lagerung, welche früher der Pfropf hatte, besitzen. An einem Schädel, an

welchem ein Processus nasalis bereits gebildet ist, kommt dieser nach Wegnahme der Nasenbeine zum Vorschein; wird der Nasenfortsatz vorsichtig auf- oder weggemeisselt, so kommt der bindegewebige Pfropf der Dura mater zu Tage, wie dies Fig. 3 veranschaulicht.

Bleibt der knöcherne Nasenfortsatz des Stirnbeines erhalten, und zieht man von der Schädelhöhle aus mit der Dura mater den Pfropf heraus und sondirt den Canal im Nasenfortsatze, so schiebt sich die Sonde, falls der Canal unten noch offen ist, zwischen der vorderen Wand der knorpeligen Nasenkapsel und dem knöchernen Nasenrücken in das Bindegewebe hinein.

Es kann also gar nicht die Rede sein, dass der Canal, selbst wenn er unten noch offen ist, eine Verbindung zwischen Schädelhöhle und Nasenhöhle herstellt; noch weniger leitet er irgend ein Gebilde von der einen Höhle zur anderen; es ist dies ganz unmöglich.

Der Raum hinter dem ehemaligen Fonticulus naso-frontalis, also zwischen Siebbein, beziehungsweise vorderer Nasenkapsel und dem knöchernen Nasendach wird sohin von einem Fortsatze der Dura mater erfüllt, welcher für die Entwicklung des Nasenfortsatzes des Stirnbeines dient. Dieser Nasenfortsatz stellt einen wichtigen Bestandtheil des Kopfskeletes dar, indem er zwischen genannten Knochen, wie ein Nagel eingekeilt, eine innige feste Verbindung des Gesichtsschädels mit dem Hirnschädel erzeugt.

Unter Umständen kann die Bildung des Nasenfortsatzes des Stirnbeines ausbleiben. In solchen Fällen bleibt dann zwischen dem vorderen Rande des Siebbeines und dem gegenüberstehenden Theil (Incisura ethmoidalis) des Stirnbeines jene oben beschriebene Lücke, welche von der Dura mater überbrückt wird; von diesem Theile der Dura mater geht der bindegewebige Pfropf ab. Nimmt man die Dura mater sammt dem Fortsatze weg, so kommt man in einen Raum, der hinten vom vorderen Rand der Lamina cribrosa, der vorderen Wand der Nasenkapsel, vorne und seitlich von den Nasenbeinen und Stirnfortsätzen der Oberkiefer begrenzt wird; von diesem Raum kann eine Sonde zwischen den unteren Rändern der Nasenbeine und der vorderen Nasenkapsel an die Oberfläche gelangen.

Berücksichtigt man, dass, wenn es zu keiner Bildung des Processus nasalis des Stirnbeines gekommen ist, an dieser Stelle die Schädelbasis nur einen häutigen Verschluss durch die Dura mater besitzt, so wird man die Möglichkeit der Entstehung einer Enkephalokele anterior an dieser Stelle zugeben müssen. Der Weg, den dieselbe beschreibt, muss genau derselbe sein, welchen der Fortsatz der Dura mater genommen. Die Enkephalokele wird in den oben beschriebenen Raum gelangen, denselben erweitern können und zwischen vorderer Nasenkapselwand und den unteren Rändern der Nasenbeine und den Stirnfortsätzen der Oberkiefer an die Oberfläche dringen.

Die Fig. 4 und 5 zeigen zwei Schädel, welche mit einer Enkephalokele anterior behaftet sind. Ich verdanke dieselben der Güte des Vorstandes des Grazer pathologisch-anatomischen Institutes, Herrn Prof. Hans Eppinger und ich erlaube mir an dieser Stelle meinen besten Dank zu sagen.

Ein Blick auf die Schädel lehrt, dass es zu keiner Entwicklung eines Processus nasalis gekommen ist, dass die grosse Lücke, welche den Durchtritt der Enkephelokele gestattete, keine andere als jene ist, in welcher der bindegewebige Pfropf der Dura mater gelagert war und welche durch Auseinanderdrängen der sie begrenzenden Knochen bedeutend erweitert wurde.

Ried[1] operirte an einem Kinde eine Enkephelokele anterior. Bei der Section fand man, dass die Hernie durch eine 8''' breite Öffnung an der Schädelbasis zwischen Stirn- und Siebbein austrat.

Ried erklärt diese Bruchpforte als eine abnorme Erweiterung des Foramen caecum.

Muhr[2] war nahe daran, die Beziehungen des Foramen caecum zur Enkephalokele zu erkennen, da er erwähnt: »Um ein Verständniss des Canales für die Enkephalokele anzubahnen, schien es mir vor allem nothwendig, unsere Kenntnisse über das Foramen caecum zu prüfen, und ich fand, dass über dieses räthselhafte Loch und den dazu gehörigen Canal viel zu

---

[1] Illustrirte medicinische Zeitung, München 1852, I. Bd., 3. Heft.

[2] Beitrag zur Kenntniss der Enkephalokele anterior. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. VIII. Bd. Berlin, 1878. S. 153.

wenig Details bekannt sind«. An anderer Stelle sagt er: »Über den Porus cranio-nasalis, der, soweit wir bisher gesehen haben, doch den Hauptausgangspunkt einer solchen Untersuchung bilden musste, wissen wir nichts; die für die Kenntniss des Schädels überhaupt so hochwichtige Gegend der Nasenwurzel ist entwicklungsgeschichtlich noch nicht genügend studirt«.

Muhr[1] hat es unterlassen, eine derartige Untersuchung vorzunehmen und will keine Meinung über die Ursache der Enkephalokele abgeben.

---

[1] Bei Muhr finde ich folgende erwähnenswerthe Mittheilung: »Wallmann (Wiener med. Wochenschrift 1863) erwähnt eine für die Kenntniss der Enkephalokele wichtige zoologische Thatsache: Der Haubenhahn, auch Hohlhahn (*Phasianus gallus cristatus* L.) besitzt normal solche Hirnbrüche, d. h. es hat sich offenbar diese Abnormität in dieser Species durch fortgesetzte Zuzucht festgesetzt. Diese Degeneration wurde eine zoologische Eigenschaft dieser Familie. Der Haubenhahn hat eine über den Schnabel befindliche Geschwulst, welche einen Theil seines Hirns enthält. Er ist dumm, träge, hat einen unsicheren Gang, ist zu epileptischen Anfällen geneigt und lebt nur kurze Zeit«.

Während des Druckes dieser Abhandlung gelang es mir die Angabe Wallmann's einzusehen; dieselbe lautet: »Schliesslich will ich die einer Vogelgattung zukommende Eigenthümlichkeit erwähnen, die beim Capitel über Hirnbrüche wenigstens von physiologischer Bedeutung ist. Es kommt nämlich bei den Hohlhühnern (Haubenhuhn, *Phasianus gallus cristatus* L.) eine Art Hirnbruch vor. Die Hohlhühner tragen an der Stirngegend eine knöcherne Kuppel, in welcher — wie in einer Kapsel — die vorderen Hirnlappen und eine seröse Flüssigkeit, umgeben von den Hirnhäuten, enthalten sind. Zur Zeit des Auskriechens aus dem Eic ist diese Kapsel nur fibrös und bietet dann alle Merkmale einer Enkephalokele. Die Wände dieser fibrösen Kapsel werden niemals ganz verknöchert, sondern sie sehen im vorgeschrittenen Alter wie von Caries cribrös zernagte Knochen aus. Das Hohlhuhn ist dumm, träge, hat einen unsicheren Gang und unsichere Bewegungen, ist zu apoplektischen und epileptischen Anfällen sehr geneigt und lebt nur kurze Zeit. Ein Druck auf den Stirnbuckel des Huhnes erzeugt Ohnmacht, die beim Nachlassen des Druckes wieder schwindet. Es ist jedenfalls eine interessante Thatsache, dass es eine Thiergattung gibt, welcher die Enkephalokele als physiologisches Attribut eigen ist.« Durch die freundliche Vermittlung des Herrn Professors Dr. A. Mojsisovics Edlen v. Mojsvár hatte Herr Dr. Stephan Freiherr von Whasington die besondere Güte mir einen lebenden *Phasianus gallus cristatus* zur Untersuchung zu überlassen. Es sei gestattet, dass ich beiden Herren an dieser Stelle den besten Dank ausspreche. Die Untersuchung ergab, dass das Schädeldach in der Stirngegend von einem mächtig entwickelten, unregelmässig geformten,

Rokitansky[1] spricht von einem Hirnbruche nach der Nasenhöhle mit Entwicklung des Tumors an der Nasenwurzel. In die Nasenhöhle hinein aber kann sich der Tumor nicht entwickeln, ausser die vordere Nasenkapselwand wird von ihm durchbrochen. An macerirten Schädeln hat es den Anschein, als wäre dem so; die Verhältnisse an dem mit Weichtheilen versehene Schädel lehren, dass die Enkephalokele mit der Nasenhöhle nichts zu thun haben kann, da der Tumor vor der Nasenkapsel herabsteigt.

Die knorpelige Nasenkapsel (Fig. 2) schickt von ihrer vorderen Wand das knorpelige Septum ab, wodurch die zwei Nasenhöhlen gebildet werden. An der Innenseite der knorpeligen Nasenkapsel liegt aber nicht unmittelbar die Schleimhaut, sondern eine Membran, welche als eine Fortsetzung der Dura

---

gefässreichen Hautwulste bedeckt ist. Nach Wegnahme dieses und Präparirung des Schädels zeigten sich äusserlich in keiner Hinsicht Abnormitäten. Von der Gegend der hinteren Umrandung der knöchernen Orbita zieht über das Schädeldach von der einen Seite zur anderen eine Rinne, welche als Grenze einer mächtig entwickelten, aufgetriebenen, vorderen und einer mehr niederen hinteren Abtheilung erscheint. Nach Eröffnung des Schädels boten sich ganz normale Verhältnisse dar; die mächtige Auftreibung der Stirngegend steht im Zusammenhange mit einer besonders mächtigen Entwicklung der Grosshirnhemisphären. Es kann also von einem Hirnbruche oder einer sonstigen physiologischen Abnormität keine Rede sein. Auch andere Schädel, welche ich später zu untersuchen Gelegenheit hatte, wiesen ganz normale Verhältnisse auf. (Diese mächtige Entwicklung des Schädels in der Stirngegend und Absetzung derselben gegen den hinteren Theil des Schädels durch eine Rinne findet sich in ähnlicher Weise, nur nicht so stark entwickelt, beim Truthahne, La Flechehuhn, dem Purpurreiher u. A. vor.) Während der Entwicklung des Schädels ist das Schädeldach, wie auch bei Säugern immer fibrös. Die Stirngegend ossificirt zuletzt; hie und da bleiben kleine Stellen des häutigen Schädeldaches, welche nicht ossificiren, übrig, und dies hat Wallmann Veranlassung gegeben, von »einem Caries cribrös zernagten Knochen« zu sprechen. Nach diesen Befunden dürfte es auch fraglich sein, ob die abnormen Erscheinungen im Leben des *Phasianus gallus cristatus* wirklich vorhanden sind. Baron Whasington ist es nicht bekannt, dass Paduaner- oder andere Schopfhühner eine kürzere Lebensdauer als andere haben, und es ist auch in seiner Anstalt keine derartige Erfahrung gemacht worden.

[1] Lehrbuch der pathologischen Anatomie. Wien, 1856. II. Bd., S. 428.

mater erscheint. Die Dura mater geht durch die Lücken und am Rande der Lamina cribrosa in die Nasenhöhle längs der Wände der knorpeligen Kapsel, also auch längs des Septums herab. Dadurch geschieht es, dass zu beiden Seiten des Septums zwei Durasäcke liegen, von welchen jeder eine Nasenhöhle in sich schliesst, wie dies Fig. 6 zeigt.

Das Präparat wurde in der Weise hergestellt, dass zuerst die ganze äussere Nase präparirt wurde. Dann wurden die Nasenbeine und Stirnfortsätze der Oberkiefer weggenommen; es kamen nun zum Vorscheine die vordere weiche Nasenwand, welche zum Theil von den hinter den Nasenbeinen sich hinaufziehenden Cartilagines triangulares (Fig. 6, *tr*), weiter oben zum Theile von Knorpelinseln gebildet ist. In der Medianlinie erscheint das ossificirte Septum, welches in seinem oberen Theile von der mit ihm verwachsenen Spina (Processus) nasalis bedeckt ist.

Die Knorpelinseln, der Processus nasalis und das Septum wurden entfernt. Nun kamen, nicht wie man glauben könnte, zwei Schleimhautsäcke, sondern die zwei Durasäcke zum Vorscheine, wie dies eben die Fig. 6 zeigt. Die Schleimhaut kleidet die zwei Durasäcke innen aus. Die Untersuchung lehrt, dass die Durasäcke zur Nasenhöhle in derselben Beziehung stehen, wie die Periorbita zur Augenhöhle.

Berücksichtigt man, dass für jede Nasenhöhle ein besonderer Durasack sich vorfindet, so kann man nicht umhin auszusagen, dass nicht eine unpaare, sondern eine doppelte Nasenanlage existirt.

Als ich auf der Anatomen-Versammlung in Göttingen 1893 über diese Verhältnisse einen Vortrag hielt, hatte Herr Geheimrath Prof. Dr. W. His die Güte, mich auf einen Fall von »Doppelnase« aufmerksam zu machen, über welchen Fall Herr Prof. Kollmann in Basel nähere Mittheilungen besitzt.

Herr Prof. Dr. J. Kollmann hatte die besondere Freundlichkeit, mir alle seine Notizen und Abbildungen zur vollen Verfügung zu stellen, und es sei gestattet, dass ich an dieser Stelle hiefür meinen wärmsten Dank ausspreche.

Die Fig. 7 zeigt den Fall; sie ist eine nicht in allen Theilen ausgeführte Reproduction einer vom Herrn Prof. Kollmann im

Jahre 1887 hergestellten Photographie. Aus den Mittheilungen entnehme ich, dass der verstorbene Universitätsprofessor Dr. J. Hoppe in Basel die Missbildung entdeckt hat, als J. Brunner aus Sirenz, so heisst der Mann, sieben Jahre alt war. Prof. Hoppe hat seinerzeit auch eine kurze Mittheilung über den Fall gegeben. Im Jahre 1887, als Brunner 46 Jahre alt war, schrieb Prof. Hoppe an Prof. Kollmann: »Obgleich die Verunstaltung der Nase des Brunner wesentlich dieselbe geblieben ist, so haben sich doch einige bedeutende Veränderungen seit dem 15. Lebensjahre ergeben. Namentlich sind jetzt Nasenbeine vorhanden, die früher ganz fehlten; auch ist die Nase länger geworden und man konnte früher besser in die Tiefe der Furche eindrücken.«

Die zu dieser Zeit von Herrn Prof. Kollmann gemachte Aufnahme des Befundes ergibt, dass Johann Brunner von Sirenz mit einer Hemmungsbildung, die man nach der bei Thieren vorkommenden Form als Doppelnase bezeichnet, versehen ist. Die Eltern ganz normal, keines von seinen vier Geschwistern besitzt eine Verstümmelung irgend welcher Art. Brunner ist auch sonst ganz normal. »Der Nasenwulst, wie er sonst bei Männern existirt, fehlt; die Nase ist also nicht eingesetzt, sondern geht ohne Vertiefung von dem eingesenkten Rücken auf die Stirne über, die nach der Messung etwas verbreitert ist, mit 113 *cm*, während man sonst zwischen den nächsten Punkten der Schläfenlinie jedenfalls nur circa 90 *cm* bei Joh. Brunner rechnen darf.

An dem Übergange von der Stirne zur Nase ist das schon von Hoppe erwähnte Loch, das wie eine seichte 4 *mm* lange nach unten 2 *mm* breite Narbe aussieht.

Der Nasenrücken (sehr breit) ist doppelt, durch ein circa $2\frac{1}{2}$ *mm* tiefes und ungefähr 15 *mm* breites Thal getrennt. Die Ränder dieses Thales sind die jetzt ziemlich kräftigen und gewölbten Nasenbeine. Dieses Thal zieht sich nach abwärts, wird an dem unteren Ende der Nasenbeine, namentlich rechts, etwas tiefer und läuft endlich in eine tiefe Rinne aus, welche die beiden kleinen Nasenspitzen trennt. Der Nasenrücken ist mässig hoch und fällt unten senkrecht, oben allmälig gegen die Wange ab. Die Nase hat ihrer ganzen Länge nach dieselbe Breite und

Höhe, wodurch allein sie schon fremdartig aussieht. Die Nasenlöcher sind schief aufsteigend, doch ganz verschieden, wie z. B. bei einer Negernase.

Bei dem Zufühlen ist oben zu bemerken: 1. eine kleine Erhabenheit, wahrscheinlich die Sutura naso-frontalis. Diese Erhabenheit steht 2—3 *mm* höher als der innere Augenwinkel; 2. die beiden Nasenbeine flach, breit, die Grenze des rechten geht innen weit herab, aussen nicht; sein unterer Rand ist also schräg. Die Lücke, ebenso geformt, läuft nach unten ebenfalls spitz zu und hat aussen einen kurzen Rand. 3. Die inneren Ränder fühlbar, weit getrennt, die klaffende Stelle ist wohl ausgefüllt vom derben Bindegewebe. 4. Die Cartilargo triangularis reicht weit hinauf. 5. Nasenscheidewand nicht doppelt. 6. Von unten betrachtet, nichts wesentlich Abnormes; der Ansatz der unteren Nasenmuschel erkennbar als eine kleine Leiste, sonst ist das Septum niedrig, 7 *mm*. 7. Die Stirnfortsätze des Oberkiefers sind deutlich zu fühlen, allein sie stossen nicht an die Nasenbeine an, sondern sind durch eine circa 1—2 *mm* breite Spalte getrennt.«

Aus dem Befunde ergibt sich, dass die Nasenbeine sich erst spät und defect entwickelten, dass sie weder eine Verbindung unter einander, noch mit den Stirnfortsätzen der Oberkiefer eingiengen und nur mit ihrem oberen Rande sich seitlich mit dem Stirnbeine verbanden.

Aus dem früher Mitgetheilten ergibt sich, dass hinter den Nasenbeinen die vordere Nasenkapselwand liegt, welche daselbst die Fossa triangularis aufweist, um den Processus nasalis des Stirnbeines mit seinem Fortsatze der Dura mater zu beherbergen.

Denkt man sich an einem Schädel mit normaler Nase die Nasenbeine weg oder defect, so muss die Haut gegen die Fossa triangularis einsinken und auf diese Weise an der Wurzel des Nasenrückens eine Grube entstehen, welche umso tiefer wird, wenn auch der Processus nasalis fehlt oder nur gering entwickelt ist.

Die Grube am Nasenrücken im vorliegenden Falle steht also mit den defecten Nasenbeinen und einem vielleicht fehlenden oder schwach entwickelten Nasenfortsatz des Stirnbeines

im genetischen Zusammenhange; sie hat also mit der Bildung, welche man Doppelnase nennt, eigentlich nichts zu thun.

Bemerkenswerth aber ist, dass die Grube nach unten in eine Rinne ausläuft, welche die beiden kleinen Nasenspitzen trennt, ferners das eigenthümliche Verhalten der weit auseinander stehenden Nasenlöcher, durch welche Verhältnisse man berechtigt ist, von einer »Doppelnase« zu sprechen.

Wie oben erwähnt, hatte Herr Geheimrath Prof. Dr. W. His die Güte, mich auf diesen Fall der »Doppelnase« aufmerksam zu machen; weiters hatte Herr Geheimrath His die besondere Freundlichkeit, mir brieflich mitzutheilen, dass die oben beschriebene Einsenkung an der vorderen knorpeligen Nasenwand (Fossa triangularis) mit seiner gegebenen Entwicklung des Septum nasale im Zusammenhange stehen müsse und gab mir hierüber die nöthigen Aufklärungen. Ich erlaube mir, Herrn Geheimrath Prof. Dr. W. His an dieser Stelle für seine mir gegebenen Mittheilungen bestens zu danken.

Durch die Angabe der Art und Weise der Entwicklung des Septum nasale hat His[1] gezeigt, dass ursprünglich zwei vollkommen getrennte Nasen bestehen, deren mediale Wandungen mit einander zur Verwachsung kommen. »Jede Lamina nasalis bildet die mediale Wand ihrer Nasengrube; die beiden sind anfangs durch eine breite Furche von einander geschieden, dann aber wird diese enger, die beiden Laminae treten in der Mittellinie zusammen, verschmelzen unter einander, und, weil sie nicht zur Lippen- und zur Zwischenkieferbildung verwendet werden, entwickeln sie sich zum Septum narium. Das Septum entsteht demnach auch seinerseits durch die mediane Verbindung von zwei ursprünglich getrennten Anlagen.«

Es wird nicht zu weit gegangen sein, wenn man die Fossa supranasalis (triangularis, rhomboidalis) mit der von hier bis zur Nasenspitze herabreichenden Rinne mit der Entstehung des Septums in Verbindung bringt, d. h. dass die Grube mit der Rinne einen Rest jener früher zwischen den beiden Laminae nasales vorhandenen Spalte darstellen. Je frühere Entwicklungsstadien man untersucht, umso deutlicher sind Grube und

---

[1] Anatomie menschlicher Embryonen. II. Leipzig, 1882. S. 49.

Rinne, je spätere, umso mehr beginnen sie zu schwinden. Wenn nun durch die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse eine ursprüngliche Anlage der Nase als »Doppelnase« gegeben ist, und diese letztere, wenn das Septum fertig gebildet, als solche nicht mehr erkenntlich, so wird noch immer an Erwachsenen durch das Bestehen der früher beschriebenen zwei, zeitlebens getrennt bleibenden Nasenhöhlensäcken der Dura mater das doppelte Vorhandensein einer Nase, einer rechten und linken, also einer Doppelnase, festgestellt. In Anbetracht der angeführten Thatsachen wird man den Grund des eigenthümlichen Verhaltens der Nase des beschriebenen Falles, in welchem die erwähnte Grube in eine Rinne ausläuft, welche die beiden kleinen Nasenspitzen trennt, ferners das eigenthümliche Verhalten der weit auseinander stehenden Nasenlöcher in den entwicklungsgeschichtlichen Zuständen zu suchen haben; es liegt eine kleine Hemmungsbildung vor, welche man ganz gut als »Doppelnase« bezeichnen kann.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Stirnbein eines Erwachsenen. *o* Verbindung mit der Crista galli, *c* mit der Lamina perpendicularis ossis ethmoidei, *rr* Rinne, welche die vordere Wand der Nasenhöhle im obersten Antheile darstellt. *nn* Sonde, welche den Canal für den N. ethmoidalis kennzeichnet. *ss* Eine in das Foramen caecum eingeführte feinste Sonde gelangt durch ein von demselben abzweigendes feinstes Canälchen in den Sinus frontalis.

Fig. 2. Frei präparirte Nasenkapsel von einem neugeborenen Kinde. Die unterhalb der Crista galli liegende Fossa supranasalis mit ihrer bis zur Nasenspitze ziehenden Rinne auch ohne weitere Bezeichnung erkenntlich.

Fig. 3. Präparat von einem circa zwei Jahre alten Schädel. Die Nasenbeine, Theile der Stirnfortsätze der Oberkiefer, ein Theil des Stirnbeines sammt dem Processus nasalis weggenommen, um die Dura mater (*d*) mit ihrem im Processus nasalis gelegenen Fortsatze (*p*) zu zeigen. Da der Processus nasalis weggenommen, so deckt nun der Fortsatz der Dura mater die Fossa supranasalis.

Fig. 4. Enkephalokele anterior an einem männlichen sieben Jahre alten Schädel aus dem pathol. anat. Institute in Graz. Ausbleiben der Bildung des Processus nasalis, enorme Erweiterung der beim neugeborenen Schädel an dieser Stelle vorhandenen oben S. 421 beschriebenen Lücke.

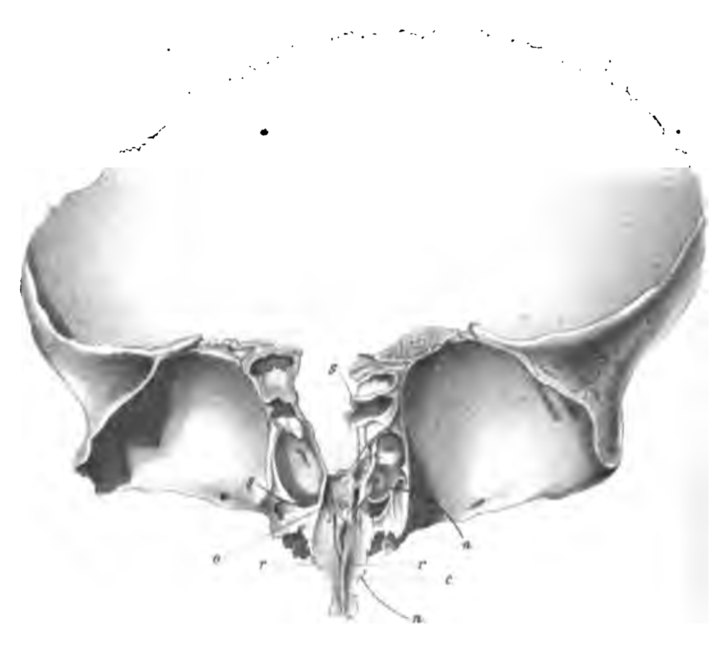
Fig. 5. Ganz gleiche Verhältnisse an einem weiblichen vier Jahre alten Schädel.

Fig. 6. Präparat von einem erwachsenen Schädel, um die zwei Durasäcke der Nasenhöhle zu zeigen. Weggenommen wurden bei der Präparation: Die Nasenbeine, die Stirnfortsätze der Oberkiefer, ein Theil des Stirnbeines sammt dem Processus nasalis, Reste der knorpeligen, vorderen Nasenkapselwand, das Septum (welches zwischen den zwei vollkommen abgeschlossenen Nasensäcken der Dura mater eingeschoben war).

Fig. 7. Johann Brunner aus Sirenz, der Mann mit der »Doppelnase«. (S. 430).

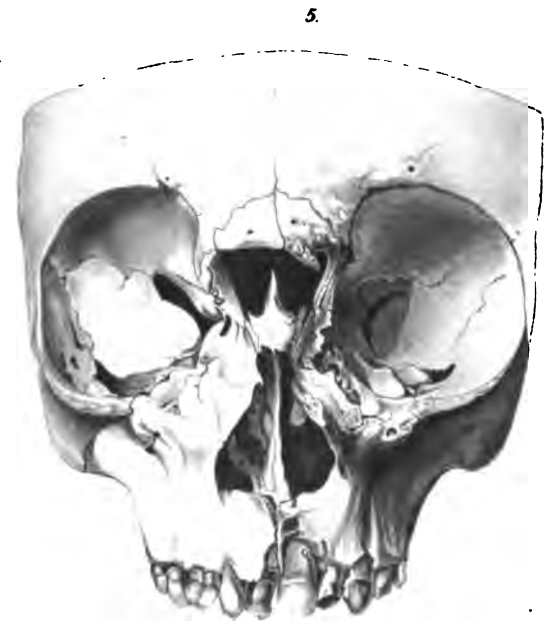
M. Holl: Foramen caecum des Schädels.

7.

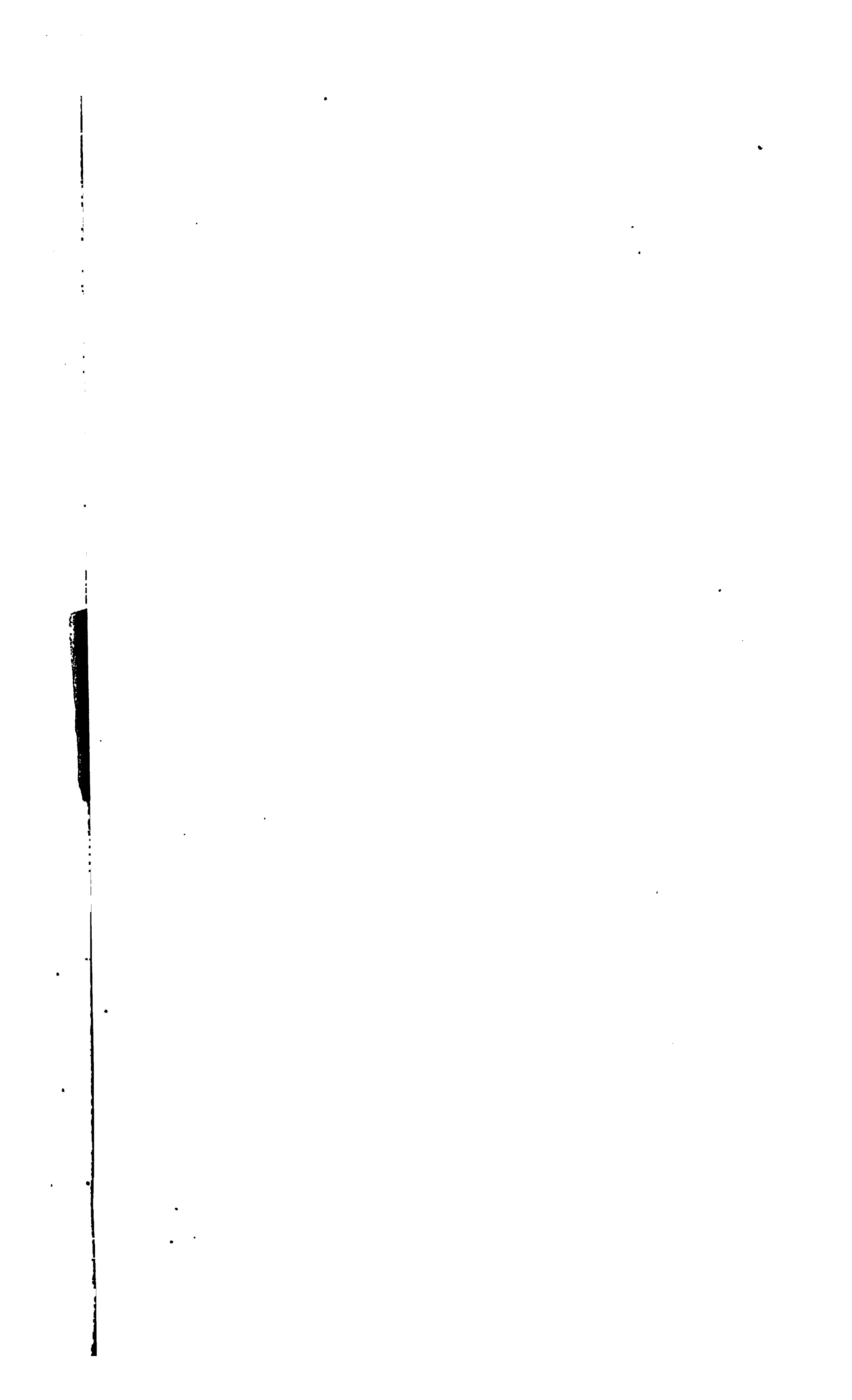




5.



Drd Wischnak del.



XXIII. SITZUNG VOM 9. NOVEMBER 1893.

Der Secretär legt das erschienene Heft VII (Juli 1893) des 102. Bandes der Abtheilung II. a der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. Franz Exner übersendet eine im physikalisch-chemischen Institute der k. k. Universität in Wien ausgeführte Abhandlung von M. v. Smoluchowski: »Über die innere Reibung in nicht wässerigen Lösungen«.

Das c. M. Herr Custos Theodor Fuchs in Wien übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »Beiträge zur Kenntniss der Spirophyten und Fucoiden.«

Der Secretär übergibt für die Denkschriften den von den Professoren J. Luksch und J. Wolf an der k. u. k. Marine-Akademie in Fiume vorgelegten vollständigen Bericht über die auf S. M. Schiff »Pola« im Jahre 1892 durchgeführten physikalischen Untersuchungen im östlichen Mittelmeere.

Das w. M. Herr Hofrath Director A. Kerner v. Marilaun berichtet über den zweiten Theil der von Dr. E. v. Halácsy im Auftrage der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zur Erforschung der Vegetationsverhältnisse in den griechischen Hochgebirgen ausgeführten Reise.

Der Vorsitzende, Herr Prof. E. Suess, legt im Namen des Herrn Rich. Lepsius, Vorstand der geologischen Landescommission in Darmstadt, dessen Werk: »Geologie von Attika; ein Beitrag zur Lehre vom Metamorphismus der Gesteine« und zugleich die von Herrn Lepsius verfasste geologische Karte von Attika (in 9 Blättern, 1:25.000) vor, welche auf Kosten der k. preussischen Akademie der Wissenschaften publicirt worden ist.

XXIV. SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1893.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 12. November l. J. erfolgten Hinscheiden

Seiner Excellenz

des Ehrenmitgliedes und ehemaligen Curators der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Herrn

DR. ALEXANDER FREIHERRN VON BACH.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrer Trauer über diesen Verlust durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Ferner theilt der Vorsitzende mit, dass Seine k. u. k. Apostolische Majestät mit Allerhöchstem Handschreiben vom 12. November d. J. den ersten Präsidenten des Obersten Gerichts- und Cassationshofes Se. Excellenz Herrn Dr. Karl von Stremayr zum Curator-Stellvertreter der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu ernennen geruht haben.

Der Secretär theilt den Inhalt einer Note des k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministeriums (Marine-Section) vom 11. d. M. mit, worin bezugnehmend auf die mehrjährigen Tiefsee-Expeditionen im östlichen Mittelmeere an die kaiserliche Akademie die Anfrage gerichtet wird, ob dieselbe nicht auch einer künftigen Untersuchung des organischen Lebens in den grossen Tiefen des Adriatischen Meeres einen wissenschaftlichen Werth beilegen würde, nachdem die in den letzten Decennien vorgenommenen Untersuchungen der Adria sich vornehmlich nur mit physikalischen Aufgaben beschäftigt haben.

Von den akademischen Publicationen ist erschienen das Heft IX (November 1893) des 14. Bandes der Monatshefte für Chemie.

Herr Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung: »Über die Blutkörperchen der wirbellosen Thiere«.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine aus Bern eingesandte Abhandlung der Herren St. v. Kostanecki und J. Tambor: »Synthese des Gentisins«.

Herr Prof. Ad. Lieben überreicht ferner eine Mittheilung des Herrn Prof. R. Přibram aus Czernowitz: »Beobachtungen über das Drehungsvermögen weinsaurer Salze«.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Koelliker A., Handbuch der Gewebelehre der Menschen. (Sechste umgearbeitete Auflage). II. Bd., I. Hälfte: Elemente des Nervensystems, Rückenmark des Menschen und der Thiere, verlängertes Mark, Ursprünge der Hirnnerven, Brücke, Hirnstiele und kleines Gehirn. (Mit Textfiguren Nr. 330—548). Leipzig, 1893; 8°.

Über die Blutkörperchen bei wirbellosen Thieren

von

Ph. Knoll.

(Mit 2 Tafeln.)

Einleitung.

Eine Reihe von Beobachtungen an den Formbestandtheilen des Blutes kranker Menschen regte mich zu dem Versuche an, Aufschluss über eine Anzahl offener, für die Blutpathologie wichtiger Fragen, wie jener nach der Bedeutung der amitotischen und mitotischen Theilung der Leukocyten, nach der Entstehung der Granulationen derselben und den Werth dieser für die Classification der Leukocyten, nach den etwaigen genetischen Wechselbeziehungen zwischen farblosen und farbigen Blutkörperchen u. a. m., auf dem Wege der vergleichenden Untersuchung an einer grösseren Anzahl von wirbellosen und Wirbelthieren anzustreben, da ich mit Rücksicht auf die Ergebnisse früherer Forscher nicht hoffen konnte, der Lösung dieser Fragen durch Beobachtung an einzelnen Objecten näher zu kommen.

Insbesondere erschien es mir wünschenswerth, das Blut der wirbellosen Thiere mit Bezug auf jene Fragen näher zu untersuchen, da blutbereitende Organe bei denselben überhaupt noch nicht auch nur einigermassen sicher nachgewiesen sind,[1]

---

[1] L. Cuénot findet wohl so ziemlich bei allen wirbellosen Thieren, die er untersuchte, Lymphdrüsen und führt die Blutzellenbildung bei den betreffenden Thieren auf diese zurück. Allein ich glaube wohl kaum, dass seine Beweisführung, die im Wesentlichen darauf hinausläuft, dass er in bald mehr, bald

gewisse blutbereitende Organe der Wirbelthiere bei denselben sogar sicher fehlen, also entweder eine Vereinfachung des Formenkreises der Blutkörper bei denselben oder wenigstens eine Entscheidung der Frage sich erwarten liess, ob wir berechtigt sind, die Mannigfaltigkeit der Formen derselben beim Menschen zu der Mannigfaltigkeit seiner blutbereitenden Organe in Beziehung zu bringen.

Ehe ich aber an diese Untersuchung schritt, musste ich mich für eine bestimmte Methode der Fixation und Färbung des Blutes behufs mikroskopischer Beobachtung entscheiden.

Wer den Reichthum diesbezüglicher Empfehlungen, etwa an der Hand der von H. F. Müller gemachten Zusammenstellung (1) prüft, wird begreifen, dass mir aus der literarischen Beschäftigung mit diesem Gegenstande eine gewisse Verlegenheit erwachsen ist. Nach vielfachem Pröbeln entschied ich mich für die Fixation durch Osmiumsäure, da diese in der Regel die Kernstructuren und die Granulationen des Zellleibes ebenso erscheinen lässt, wie sie an den Zellen des unvermischten Blutes im hängenden Tropfen sichtbar werden und an Schnittpräparaten von in starkem Chromosmiumessigsäuregemenge oder in Pikrinschwefelsäure fixirten und gehärteten bluthaltigen Geweben zu finden sind.

Da ich bei der Vermengung des in Osmium fixirten Blutes mit Farbstoffen keine befriedigenden Ergebnisse erhielt, griff ich zum Trocknen und nachträglichem Färben desselben. Zu diesem Behufe wurde das dem lebenden Thiere entnommene Blut sofort in $2^0/_0$ Osmiumsäure entleert, durch sanftes Umrühren innig mit dieser vermengt und mittels einer mit Kautschukkappe versehenen Pipette einige Tropfen des Gemenges auf ein Deckglas gebracht, auf dem dieselben ohne

weniger deutlich abgegrenzten Gebilden von sehr wechselnder Beschaffenheit, die sich an sehr wechselnden Punkten des Blutgefässsystemes angelagert finden, eine reichlichere Ansammlung der im Blute der betreffenden Thiere vorkommenden zelligen Elemente nachweist, Jemanden von der Richtigkeit seiner Auffassung überzeugen wird. Findet er beispielsweise ja doch selbst, dass bei gewissen Muscheln »ein wenig guter Wille dazu gehört, zu sehen, dass diese Gebilde sehr unterschieden sind von dem gewöhnlichen lacunären Gewebe«. 8, S. 53).

jeden Druck in dicker Schichte ausgebreitet, langsam an der Luft eintrockneten und dann der Färbung und dem Einschlusse in ein Gemisch von Wasser und Glycerin zu gleichen Theilen unterzogen wurden.

Durch Versuchsreihen, in welchen ich dem Blut-Osmiumsäuregemenge die Tropfen behufs der angegebenen weiteren Behandlung in wechselnden Zeiträumen entnahm, habe ich mich davon überzeugt, dass eine Vermengung der Osmiumsäure mit dem Blute durch wenige Minuten genügt, um die Zellen desselben so zu fixiren, dass sie bei dem späteren langsamen Eintrocknen an der Luft keine wesentlichen Veränderungen mehr erleiden. Ebenso habe ich mich davon überzeugt, dass man dieselben Bilder erhält, wenn man nach 24stündiger Einwirkung der Osmiumsäure auf das Blut dieses in destillirtem Wasser auswäscht, dann in 70% Alkohol conservirt und hierauf eintrocknen lässt u. s. w. Doch ist hiebei das starke Nachdunkeln der von der Osmiumsäure fixirten Zellen ein Übelstand.

In den Grundzügen: Fixation des Gewebes und Trocknen des Präparates vor dem Einschlusse stimmt ja auch das ganze Verfahren mit dem bei der Anfertigung von Schnittpräparaten gebräuchlichen überein; und wenn hier ohne Schädigung der Gewebselemente eine solche Abkürzung desselben in Anwendung gezogen werden kann, so kommt in Betracht, dass die sofortige innige Vermengung des Blutes mit der fixirenden Flüssigkeit die Dauer der Einwirkung letzterer, die sich ja übrigens während des allmäligen Eintrocknens noch länger hinzieht, kürzer zu bemessen erlaubt, und dass die Nothwendigkeit darauffolgender Härtung behufs Anfertigung von Schnitten hier entfällt.

Die Verdünnung des Blutes bei an Körperchen reichem Blute mit dem Mehrfachen der fixirenden Flüssigkeit erlaubt es, die Tropfen mittels der Pipette oder durch Neigen des Deckglases in verhältnissmässig dicker Schicht auf diesem auszubreiten und dabei doch eine einfache Lage meist wohl von einander isolirter Zellen zu erhalten.

Da das Eintrocknen dabei sich schonend vollzieht und jeder Druck auf die Zellen oder Zug an denselben vermieden

wird, bleibt deren Form sehr wohl erhalten. Selbst ganz feine Pseudopodien erscheinen dabei conservirt (Taf. II, Fig. 42, 48, 49, 50, 65).

Die Kernstructuren und meist auch die Granulationen des Zellleibes sind wohlerhalten und treten nach entsprechenden Färbungen in derselben Weise hervor, wie an gefärbten Schnittpräparaten gehärteter bluthaltiger Organe, die ich bei den meisten untersuchten Objecten zum Vergleich heranzog.

Nur bei ganz vereinzelten Objecten erhielt ich, die Untersuchung übrigens nicht sehr beeinträchtigende Niederschläge in der Blutflüssigkeit in Folge der Osmiumeinwirkung oder Veränderungen an den Zellen selbst. Es waren dies besonders zu besprechende Ausnahmsfälle, in denen ich auch mit anderen Fixationsmitteln keine besseren Ergebnisse erhielt.

Zur Färbung der Deckglaspräparate verwendete ich hauptsächlich die von Ehrlich (2) angegebene Modification des Biondi'schen Gemenges, ausserdem aber zur ausschliesslichen Kernfärbung Methylgrün allein oder Hämatoxylin (Delafield), letzteres stets nach dem Princip der Überfärbung. Die Ehrlich-Biondi'sche Mischung liess ich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen immer länger einwirken als Ehrlich, nämlich beiläufig fünf Minuten, da ich fand, dass dann nach langem Auswaschen in destillirtem Wasser die Kernstructur deutlicher hervortritt und die ganze Färbung sich bei Glycerineinschluss besser hält.

Die Schnittpräparate wurden in der Regel mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt. Die Objecte, von welchen sie genommen wurden, waren entweder durch vier Tage in starker Flemming'scher Lösung oder durch 24 Stunden in Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure fixirt, dann in von 70 zu 80 und 90% ansteigendem Alkohol gehärtet und nach Apáthy's Methode (3) in Celloidin eingebettet.

Da es mir wesentlich auch darauf ankam, zu ermitteln, ob etwa an den ausgebildeten farbigen Blutkörperchen der wirbellosen Thiere noch Zeichen einer engeren Verwandtschaft mit den farblosen Blutkörperchen zu finden sind, die wir bei jenen der Wirbelthiere vermissen, war ich auf die Benützung der marinen Fauna angewiesen, wozu mir in diesem Frühjahre ein

fünfwöchentlicher Aufenthalt an der zoologischen Station zu Neapel Gelegenheit bot, während dessen mich der Vorstand, Prof. Dohrn, sowie die wissenschaftlichen Hilfskräfte derselben vielfach zu Dank verpflichteten. Dem Bibliothekar der Station, Dr. Schiemenz, verdanke ich insbesondere mancherlei Literaturnachweise.

Inwieweit die hier gemachten Befunde zu Schlüssen auf die Verhältnisse an Wirbelthieren berechtigen, muss allerdings erst die fortgesetzte Untersuchung an diesen lehren. Da mir aber diese Befunde sowohl an und für sich, wie mit Rücksicht auf die schon jetzt sich ergebenden Analogien zu den Blutbefunden bei den Wirbelthieren genügendes Interesse zu bieten scheinen, um eine Veröffentlichung derselben zu rechtfertigen, sei hier im Nachfolgenden über dieselben berichtet.

I. Lamellibranchiaten.

Ich beginne meine Darlegungen mit den Lamellibranchiaten, weil ich an diesen die zahlreichsten Untersuchungen gemacht und hier, wo in gewissen Arten farblose und farbige Blutkörperchen sich finden, von denen namentlich die letzteren lebhafte Kerntheilung erkennen lassen, auch die besten Grundlagen für die weiteren Auseinandersetzungen zu gewinnen vermag.

Seitdem Flemming (4) im Jahre 1878 zuerst die Blutkörperchen gewisser Lamellibranchiaten einer genaueren Untersuchung unterzogen hat, sind diese Gegenstand mannigfacher Beobachtungen und Veröffentlichungen geworden, welche Griesbach in seiner Abhandlung über das Blut der acephalen Mollusken (5) so eingehend berücksichtigte, dass ich bezüglich des Literarhistorischen nur auf diese Abhandlung zu verweisen brauche. Es ist dort auch ein Verzeichniss der Arten zu finden, bei denen farbige Blutkörperchen vorkommen und eine Angabe der Gründe, welche dafür sprechen, dass diese Färbung durch Hämoglobin bedingt ist, wie Lankester, der Entdecker der farbigen Blutkörperchen, bei den Mollusken zuerst behauptet hat.

Ich selbst ging bei meinen Untersuchungen von dem Gesichtspunkte aus, zu ermitteln, ob hier eine Verschiedenheit

hinsichtlich der Kernstructur und des Kerntheilungsvorganges zwischen den farbigen und farblosen Blutkörperchen, und bei den letzteren etwas der eosinophilen Granulation Analoges zu finden ist.

Flemming (4, S. 244) fand die farblosen Blutzellen bei den von ihm untersuchten Lamellibranchiaten in der »Mehrzahl einkernig, den Kern relativ klein zur Grösse der Zelle und granulirt erscheinend, der Ausdruck eines dichten Kernnetzes; einzelne haben zwei Kerne. Viele Zellen enthalten fettartig glänzende und in OsO_4 schwärzbare Tröpfchen, die an manchen gelb pigmentirt sind; einzelne Zellen sind mit solchen Tröpfchen stark vollgestopft.« Apáthy findet neben diesen Zellen im Verhältniss von 1 : 5 auch grösserkernige Leukocyten und berichtet, öfter »indirecte Theilung« der Leukocyten gesehen zu haben, »deren Ablauf aber noch weiterer ergänzender Untersuchung bedarf« (6. S. 622). Cattaneo (7, S. 12) gibt an, dass der Zellkern entweder central oder excentrisch liegt und (bei *Anodonta* und *Unio*) stets grosse Körnchen oder dunkle Stäbchen einschliesst. Die häufigen Fälle von doppelten oder sich theilenden Kernen beweisen, dass die Reproduction durch directe Theilung erfolgt. Cuénot (8) theilt lediglich mit, dass der Kern der Leukocyten (»Amibocytes«) bei den Lamellibranchiaten rund und häufig nucleolirt ist, und dass die »reifen Zellen Fermentkörner« von bei den einzelnen Arten wechselnder Farbe einschliessen. Griesbach unterscheidet auf Grund von Präparaten, die durch »gleichzeitige Fixirung mit Osmiumsäure und Doppelfärbung mit Methylgrün und Rhodamin« (5, S. 96) gewonnen sind, im Kern mit aller Deutlichkeit zwei sich verschieden färbende Substanzen, deren eine aus balkenförmigen Gebilden besteht, welche in der anderen, mehr gleichförmigen Grundsubstanz eingebettet liegen (S. 74). »Die Balken besitzen die verschiedenste Form, sind bald kürzer, bald länger und mit Biegungen und Knickungen versehen. Es hat den Anschein, als fehle zwischen den einzelnen Balkenabschnitten der Zusammenhang. Bei optischer Einstellung auf den Rand des Kernes erscheint dieser ebenfalls unterbrochen....

Jedenfalls kann ich von einer eigentlichen Netzstructur, wie sie für andere Kerne so oft beschrieben worden ist, nicht

reden. Das beschriebene Aussehen des Kernes führt zu der Vermuthung, als besitze er keine zusammenhängende, ihn umhüllende Membran« (S. 75). »Ich habe weder eine directe Theilung oder Fragmentirung im Sinne Arnold's, noch eine mitotische Kerntheilung wahrzunehmen vermocht. Zwar habe ich manchmal zwei Kerne gesehen, ohne aber einen Anhaltspunkt dafür zu besitzen, wie dieselben entstanden« (S. 77).

Meine Untersuchungen erstreckten sich auf *Pectunculus glycimeris* und *pilosus, Capsa fragilis, Arca tetragona, Solen legumen, Cardita sulcata, Tellina planata, Unio pictorum* und *Anodonta.*

Das Blut wurde durch Aufbrechen des Thieres gewonnen und theils in 2% Osmiumsäure aufgefangen, theils in Tropfen auf vorher vorbereitete Deckgläser gebracht, welche auf den mit etwas Speichel benetzten Rand der Delle von gedellten Objectträgern gelegt wurden, so dass längere Beobachtung im sogenannten hängenden Tropfen möglich war.

Zu der von Cattaneo und Griesbach geübten Blutgewinnung durch Anbohrung des Herzens durch das Schalenschloss hindurch griff ich nicht, weil ich dafür halte, dass bei der Kleinheit dieses, bekanntlich vom Darme durchbohrten Objectes Verunreinigungen der Blutflüssigkeit auf diesem Wege wohl kaum sicherer zu vermeiden sind, als auf dem anderen auch von Flemming betretenen. Ausserdem ist die Anbohrung des Herzens bei sehr kleinen sowie, wie Griesbach (5, S. 40) selbst angibt, bei sehr hartschaligen oder mit gezahntem Schlosse versehenen Muscheln nicht anwendbar.

Die Beobachtung des unvermischten Blutes wurde zumeist mit der Erwärmung desselben mittels des von M. Löwit (9) angegebenen heizbaren Objecttisches verbunden. Das durch Osmiumsäure fixirte Blut wurde theils ebenfalls im hängenden Tropfen, theils nach dem Antrocknen und Färben untersucht. Schnittpräparate wurden angefertigt vom Herzen von *Pectunculus pilosus* und *glycimeris* und *Tellina*, und vom ganzen Thier bei sehr kleinen Exemplaren von *Arca, Solen* und *Capsa.*

Die farblosen Blutkörper aller angeführten Arten, welche bei *Unio, Anodonta, Pectunculus pilosus, Tellina planata* und

Cardita sulcata die einzigen zelligen Elemente des Bluts bildeten, bei den anderen aber mit einer weit grösseren Zahl farbiger Blutkörper sich vermengt fanden, zeigten untereinander erhebliche Grössenverschiedenheiten, was zum Theil auf nicht unerhebliche Schwankungen in der Grösse der Kerne, hauptsächlich aber auf Verschiedenheiten in der Masse des Zellleibes zurückzuführen war, der nicht selten einen nur mühsam erkennbaren Saum um den Kern bildete, häufig aber auch dessen Volumen sehr beträchtlich überwog (Taf. II, Fig. 43, 45—47, 65—67). Dabei waren grosskernige, mittelgrosse und kleinkernige grosse Leukocyten häufiger als grosskernige grosse.

Der Zellleib erschien nicht selten homogen, meist aber granulirt; die Granula hatten verschiedenes Kaliber, so dass man von fein-, mittel- und grobkörnigen Zellen sprechen kann. Die groben Körner zeigten Glanz und zuweilen Gelbfärbung und nahmen bei *Solen, Unio* und *Anodonta* unter der Einwirkung der Ehrlich-Biondi'schen Mischung einen kupferrothen Farbenton an, was Ehrlich (2) als charakteristisch für die eosinophile Körnelung erklärt. Bei *Unio* und *Anodonta* stellte ich auch ihre intensive Färbung durch Eosin fest. Durch die Osmiumsäure allein erfuhren die groben Körner in der Regel eine verschieden starke Bräunung und nur ausnahmsweise eine Schwärzung.

Im Übrigen zeigten alle Granula nach der oben erwähnten Färbung in der Regel sich rosa gefärbt, bei *Pectunculus pilosus* fanden sie sich aber auch an einem Theil der Zellen ausgesprochen violett gefärbt, was nach Ehrlich (2) die neutrophile Körnelung charakterisirt.

Bei Färbung der Trockenpräparate von dieser Muschel mit Methylgrün allein zeigte sich der Zellleib an einem Theile der Zellen grün, an einem anderen blau, an einem dritten violett gefärbt. Letztere Färbung zeigten bei gleicher Behandlung auch die Leukocyten einer *Capsa*, — Farbenunterschiede, die zunächst wohl nur als Zeichen reger Stoffwechselvorgänge innerhalb dieser Zellen aufgefasst werden können.

Bei *Pectunculus glycim.* fand sich neben dem Kern zuweilen ein natürlich tief roth gefärbter Körper von analoger

Form, der unter der Osmiumeinwirkung seine Farbe nicht veränderte; bei *Tellina* fanden sich in einem Theil der Zellen unregelmässige, gelbrothe Partikelchen, durch die der Kern zuweilen halbmondförmig eingedrückt und ganz an die Peripherie der Zelle gedrängt erschien.

In geringerer Zahl kamen kleine rundliche oder unregelmässige solche Partikelchen in einzelnen Leukocyten bei allen untersuchten Arten vor.

Die Grundform der Leukocyten war die Kugel, doch erfuhr diese an den meisten derselben schon bei Zimmertemperatur mannigfache Gestaltveränderungen, die beim Erwärmen, namentlich bei 30° C. des heizbaren Objecttisches, allgemeiner und lebhafter wurden, aber mit der Rückkehr zur Kugelform abschlossen, wenn die Temperatur des heizbaren Objecttisches durch längere Zeit auf 46—50° C. erhöht worden war, was, wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe (10, S. 388), eine Temperatur von beiläufig 44—48° innerhalb der Delle des Objectträgers bedingt.

Hiebei erfuhren aber nicht bloss die Zellen im Ganzen, sondern auch die langen, nadelförmigen Pseudopodien, mit denen ein grosser Theil derselben, wie dies schon Flemming angegeben (4, S. 243), kurz nach der Entnahme des Blutes bedeckt erscheint, mannigfache Gestaltveränderungen, die bei der angegebenen kritischen Temperatur mit vollständiger Einziehung derselben abschlossen, so dass z. B. ein Haufe solcher, bekanntlich leicht in Haufen (Plasmodien) verklumpender Zellen, der bei Zimmertemperatur von Pseudopodien wie von einem Speerwald starrte, bei jener kritischen Temperatur das Aussehen eines Haufens glatter Kugeln gewann. Wurde aber diese Temperatur nicht wesentlich überstiegen und wirkte sie nicht zu lange ein, so kamen bei Abkühlung die Pseudopodien wieder zum Vorschein und zeigten bei neuerlicher Erwärmung ebenso wie der Zellleib abermals, aber nun geringere und trägere Gestaltveränderungen.

In dem mit Osmiumsäure fixirten Blute war oft an den meisten farblosen Zellen von Pseudopodien nichts zu sehen, in anderen Fällen wieder waren sie an den meisten derselben zu finden. Ich hatte den Eindruck, dass dies wesentlich von der

Geschwindigkeit abhing, mit welcher den Thieren das Blut entnommen, beziehungsweise mit dem Fixativ vermengt wurde.

Am unvermengten Blute war nicht selten ein Ausstossen hyaliner Kugeln an den farblosen Zellen zu beobachten, ein Vorgang, den schon Hessling an Leukocyten von Lamellibranchiaten gesehen, welchen ich selbst vor längerer Zeit von farblosen Zellen im Harnsediment des Menschen beschrieben (11, S. 309, 310), und der seitdem von Löwit am Krebsblute näher studirt und als Plasmoschise bezeichnet wurde (27, S. 491, 492). Hyaline Kugeln waren auch zuweilen in den Zellen selbst zu sehen, und es kam auch vor, dass eine grosse hyaline Kugel den grössten Theil des Zellleibes einnahm und den Kern in ähnlicher Weise verdrängte und deformirte, wie dies vorher von Pigmentkörpern angegeben worden.

Der Kern war an einzelnen Zellen mit homogenem oder fein granulirtem Leib schon unmittelbar nach der Entnahme des Blutes im unvermengten hängenden Tropfen sichtbar und trat bei längerer Beobachtung des letzteren, namentlich aber bei dessen Erwärmung bis zu der früher angegebenen kritischen Temperatur an einer weit grösseren Zahl derselben deutlich hervor.

An dem mit Osmiumsäure fixirten Blute war an den meisten Zellen der Kern von vornherein sichtbar. Sowohl im unvermengten Blute, wie im fixirten liessen sich in dem mit scharfem, ununterbrochenem Umriss vom Zellleibe sich abhebenden Kerne feine Strichelchen und Pünktchen wahrnehmen, die mit dem Apochromat 2 *mm*, Compensat. Ocular 4—8 von Zeiss an nicht wenigen Kernen als ein oft recht regelmässiges Netzwerk feiner Fäden mit Knotenpunkten zu erkennen waren, das nach der Färbung an diffus gefärbten Kernen in der Regel dunkler hervortrat (Taf. II, Fig. 45, 47, 67).

An einzelnen Kernen war mehr oder weniger tief greifende Einbuchtung (Taf. II, Fig. 42, 67), Halbmond-, Hantel- oder Hufeisenform (Taf. II, Fig. 44) zu finden. Vereinzelt fanden sich zwei Kerne mit netzförmiger Structurzeichnung in einer Zelle (Taf. II, Fig. 48), noch seltener Zeichen von Theilung des Zellleibes (Taf. II, Fig. 49, 50).

Nicht selten erschien ein hellerer, bei gewisser Einstellung mattglänzender, nucleolenartiger Körper in der Kerngegend. In der Regel, wenn auch nicht stets, lehrte ein vorsichtiges Handhaben der Stellschraube, dass dieser nucleolenartige Körper, zu dem sich Analoga meist auch sonst im Zellleib fanden, nicht dem Kern angehörte. Doch waren auch an einzelnen Kernen, in denen sich kein deutliches oder nur ein rudimentäres Fadenwerk fand, gröbere, dunkler gefärbte Klümpchen vorhanden.

Alles in allem jedoch muss ich ein dichtes, feines Fadennetz mit Knotenpunkten als die typische Structurzeichnung der Leukocytenkerne der Lamellibranchiaten ansehen. Die nicht allzu häufigen Theilungserscheinungen dieser Kerne zeigten durchwegs den Typus der Amitose; niemals vermochte ich an einem derselben Mitose zu entdecken.

Als auffällig muss ich hervorheben, dass der Kern der grössten Leukocyten meist sehr klein war. Die Granula fand ich bei *Unio* am gröbsten.

Über die farbigen Blutkörper der Lamellibranchiaten liegen eingehendere Mittheilungen von Cuénot und Griesbach vor. Ersterer (8, S. 51) führt auf Grund von Untersuchungen an *Arca tetragona* und *Solen legumen* aus, dass dieselben, viel zahlreicher als die Leukocyten bei den betreffenden Thieren, verhältnissmässig grosse und meist ovale, platte Scheiben sind, die sich nur selten zu Haufen vereinigen. Manche derselben seien an einem Ende spitz ausgezogen. Sie seien hellgelb und der leicht granulöse Inhalt, der häufig kleine, in langsamer Molecularbewegung sich befindende gelbe Körner enthalte, verdecke an der lebenden Zelle den Kern. Der durch Reagentien zum Vorschein gebrachte Kern sei unregelmässig, sehr gekrümmt und häufig durch 2—3 Einschnürungen getheilt. Selten fänden sich »junge Hämatien« (farbige Blutkörperchen), die wesentlich kleiner seien.

Griesbach (5) findet, dass die farbigen Blutkörperchen der Lamellibranchiaten meistens mehr oder weniger kugelig und nur in einzelnen Fällen oval und scheibenförmig sind. »Namentlich bei den kugeligen Formen erleidet unter dem Druck des Deckgläschens oder durch Zusammenprallen oder gegenseitige Reibung der Zellen im Präparate ihre Oberfläche

allerhand Faltungen und Knickungen, welche bei verschiedener Einstellung bald hell, bald dunkel erscheinen. Dabei nehmen die Zellen die wunderbarsten Formen an: Sie sehen mützenförmig aus, sie lassen sich vergleichen mit einem eingedrückten Gummiball, sie ähneln dem Hut eines Pilzes, und durch die eingedrückte Stelle sieht man deutlich den Kern durchscheinen. Es kann bei Betrachtung dieser Dinge kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Oberfläche der Zellen mit einer zarten und dehnbaren Membran versehen ist« (S. 47).

»Das Pigment ist dem ganzen Zellenleibe anscheinend in feinsten Körnchen eingelagert. Oftmals finden sich auch gröbere Farbstoffkörner in grösserer oder geringerer Menge; sie besitzen meist polygonale Gestalt......Der Kern der rothen Blutkörper zeigt verschiedene Gestalt. Bald ist er kugelig, bald eiförmig, auch nieren- oder stäbchenförmige Gestalt kann er besitzen... Man findet in einer Zelle manchmal zwei Kerne dicht neben einander.....Nach solchen Behandlungen« (mit Säuren oder Farbstoffen) »bemerkt man an ihm« (d. h. dem Kern) »einen scharfen Contour und im Inneren eine streifige Structur. Die in allen Richtungen vorhandenen Streifen lassen bei gesonderter Behandlung mit Methylgrün-Osmiumsäure eine feine Granulirung wahrnehmen. Kernfiguren habe ich nicht gesehen (S. 49, 50).« »Gewöhnlich führt der Kern ein oder zwei mehr oder weniger excentrisch gelegene, stark lichtbrechende kugelige Gebilde, die als sogenannte Kernkörperchen in Anspruch genommen werden dürften, doch will ich hier auf die Frage, ob diese Gebilde selbständige Substanzportionen sind, oder nur als solche vorgetäuscht werden, nicht eingehen.«

Ich selbst muss Cuénot darin beistimmen, dass die gewöhnlichste Form der farbigen Blutkörperchen der Lamellibranchiaten die von ovalen, platten Scheiben ist, und dass diese dann den farbigen Blutkörperchen im Amphibienblute ähneln. Doch finden sich viele Abweichungen (Taf. I, Fig. 1—62).

Die ovalen Scheiben erscheinen, wie dies Cuénot schon angegeben, nicht selten an einem, zuweilen selbst an beiden Polen spitz ausgezogen oder zeigen an einem oder einigen Punkten ihrer Umrandung stumpfe Zacken; ja selbst zwei oder mehrere den Pseudopodien der Leukocyten ähnelnde lange, blasse

nadelförmige Fortsätze habe ich mehrmal an solchen Scheiben gesehen (Taf. I, Fig. 54). Daneben fand ich im hängenden Tropfen, also ohne dass vom Druck des Deckgläschens u. dgl. die Rede sein kann, bei den einzelnen Arten in wechselnder Menge, am zahlreichsten bei *Pectunculus glycim.*, am seltensten bei *Solen leg.* Scheiben mit mannigfaltigen Faltungen und Knickungen, welche die bizarrsten Formen bedingten, und in diesen Körperchen war die sonst diffuse Färbung meist auf einen mannigfach gestalteten, gewöhnlich den Kern einschliessenden Theil der Zelle reducirt (Taf. I, Fig. 16—18).

Ausser den ovalen fand ich aber bei allen, farbige Blutkörperchen enthaltenden Arten kreisrunde, wie sich beim Rollen zeigte, der Kugel sich nähernde Formen (Taf. I, Fig. 1—4, 10, 24, 26, 55, 56, 59—62), von denen stets eine Zahl allerhand Höcker und sonstige stumpfe Fortsätze zeigte. Der röthlichgelbe Farbenton war an den einzelnen Zellen von wechselnder Intensität, am kräftigsten bei den kugeligen ausgeprägt.

Eine gleichmässige Granulation des Zellleibes konnte ich am frischen, unvermengten Blute, von dem jetzt die Rede war, auch mit starken Vergrössungen nicht erkennen, doch fanden sich in allen bezeichneten Formen der farbigen Blutkörper feinere oder gröbere gelbrothe, in der Regel rundliche Partikelchen in wechselnder Zahl eingesprengt, deren erstere ziemlich lebhafte Molecularbewegung zeigten, wobei ich mich durch die Ablenkung der Bewegungsrichtung am Zellrande und andere analoge Erscheinungen davon überzeugen konnte, dass es sich wirklich um eine innerhalb der Zelle selbst sich vollziehende Bewegung handelt

Kerne waren im frischen, unvermengten Blute in den farbigen Blutkörperchen nur ausnahmsweise sichtbar, traten aber bei längerem Einschluss des Blutstropfens innerhalb der Delle etwas häufiger hervor, und noch weit zahlreicher bei Erwärmung des Tropfens bis auf 40—50° C., bei welcher Temperatur die farbigen Blutkörperchen in der Regel durchwegs kreisrunde Formen annahmen und eine glatte Oberfläche zeigten.

Schon bei Zimmertemperatur, noch mehr aber bei mässiger Erwärmung liess ein Theil der scheibenförmigen und kugeligen

farbigen Blutkörper allerhand träge Gestaltveränderungen wahrnehmen. Glatte Körper wurden höckerig und zackig, wo schon Höcker, Zacken oder Falten vorhanden waren, zeigten diese allerhand Veränderungen, längere Fortsätze verkürzten und verlängerten sich wieder, und alle diese Formveränderungen waren bei 30—40° der Objecttischtemperatur, wie an den farblosen Zellen, am ausgeprägtesten, betrafen aber wie bei diesen immer nur einen, wenn auch oft weitaus überwiegenden Theil der Zellen.

Bei weiterer Steigerung der Temperatur fingen dann die Höcker, Falten und Zacken sich zu verwischen an, die längeren Fortsätze wurden eingezogen, und annähernd bei derselben Objecttischtemperatur wie die farblosen Blutzellen, nicht selten aber erst etwas später als diese, wurden auch die farbigen, insofern nicht Eintrocknungserscheinungen interferirten, glatt und kreisrund; der Kern trat deutlicher hervor und liess dann zuweilen eine analoge Structur erkennen, wie der Leukocytenkern. Beim Erkalten konnten auch hier nicht selten neuerliche Gestaltveränderungen beobachtet werden.

Geldrollenbildung oder anderweitige charakteristische Haufenbildung konnte ich an den farbigen Blutkörperchen der Lamellibranchiaten nie bemerken.

Durch die Osmiumeinwirkung wurden die Zellen im Ganzen, namentlich aber die oben erwähnten Partikelchen in denselben, je nach der Dauer der Einwirkung schwächer oder stärker gebräunt und der Kern trat hervor; bei *Arca* wurde ausserdem an vielen farbigen Zellen eine feine Granulirung sichtbar, bei *Solen* wurde der Blutfarbstoff ausgelaugt und es trat extra- und meist auch intracellulär ein massiger Niederschlag auf, — Vorgänge, die bei Anwendung von Essigsäure und Pikrinschwefelsäure an den farbigen Blutkörperchen der Lamellibranchiaten überhaupt zu beobachten waren.

War schon am unvermengtem und mit Osmiumsäure vermengtem Blut zuweilen zu erkennen, dass Structur und Theilung der Kerne der farbigen Blutkörper mit jener der Kerne der farblosen übereinstimmen, so trat dies an gefärbten Trocken- oder Schnittpräparaten noch schlagender hervor. Das dunkler gefärbte feine Fadenwerk mit Knotenpunkten war bei Anwen-

dung sehr starker Vergrösserungen (Apochrom. 2 *mm*, Apert 1, 40 Comp. Ocular 12) in den auch hier in der Regel relativ kleinen, häufig excentrisch liegenden Kernen oft überaus deutlich (Taf. I, 19—22, 25, 27—29, 35—37, 52, 53 Taf. II, 74, 75) und die (directe) amitotische Theilung an sehr vielen Kernen ausgeprägt, wie ein Blick auf Fig. 1—62 auf Taf. I und Fig. 74, 75 auf Taf. II lehrt. Recht häufig fanden sich dabei die viel besprochenen, zuerst von Bellonci beobachteten und dann von Arnold (12, S. 52) näher gewürdigten ringförmigen Kerne (Taf. I, Fig. 35, 43, 45, 51), an denen ich wie Flemming bei Leukocyten (13, S. 278) ein durchgehendes Loch, glatten Contour und mit den übrigen Kernen übereinstimmende Structur wahrzunehmen vermochte. Auch liessen sich mancherlei anscheinende Übergangsformen zwischen hufeisen- und ringförmigen Kernen finden (Taf. I, Fig. 31, 33, 34, 36, 46, 58).

Nicht selten fanden sich zwei, auch drei (Taf. I, Fig. 3, 4, 6, 10, 12, 13, 19, 42) und in einem Falle selbst vier Kerne in einer Zelle, sowie mehrfach eingebuchtete, verhältnissmässig grosse rundliche Kerne, die aussahen, als wären sie eben im Begriffe zu zerfallen.

Erwähnt sei noch, dass bei längerem Einschluss des unvermengten Blutes in der Delle zuweilen helle, vacuolenartige Stellen in den farbigen Blutkörperchen und an ihrer Oberfläche helle, gelbliche Kügelchen erschienen.

Polychaeta.

Eine eingehende Untersuchung der Blutkörperchen von Polychaeten, durchgeführt an den Capitelliden des Golfes von Neapel, verdanken wir H. Eisig (14). Unter Bezugnahme auf frühere Angaben über diesen Gegenstand, von denen ich namentlich jene van Beneden's hervorheben will, der bei *Capitella capitata* farbige Blutscheiben verschiedener Grösse gesehen, die in ihrem Inneren mehrere Kerne besitzen (14, S. 154), führt er in seiner vergleichenden Zusammenfassung über das Blut der Capitelliden (S. 684—686) aus, dass sich in demselben durchwegs gefärbte und ungefärbte Körperchen finden. Letztere kämen in grösseren und kleineren, wahrscheinlich Theilungsstadien darstellenden Formen vor, welche zahlreiche

Körnchen und Vacuolen und im frischen Zustande oft schwer nachweisbare Kerne enthalten, formveränderlich sind, Pseudopodien aussenden und zu Plasmodien verschmelzen.

Unvergleichlich viel zahlreicher seien die als kreisrunde, elastische, durchaus homogene Scheiben erscheinenden gefärbten Blutkörperchen. In dicker Schicht roth, einzeln betrachtet gelb, sei ihre Färbung, wie sich spectroskopisch und chemisch erweisen lasse, durch Hämoglobin bedingt. Ihre Grösse schwanke bedeutend, überrage aber im Mittel jene der Leukocyten um das Doppelte. Ausser den scheibenförmigen kämen aber stets auch wesentlich kleinere kugelförmige gefärbte Blutkörper vor, die wohl Entwicklungsstadien darstellen. Die Kerne seien zumeist rund, zuweilen aber unregelmässig contourirt, wie in zahlreiche Fortsätze auslaufend, was wohl als actives Stadium derselben zu betrachten sei. Im Zellleib fänden sich in wechselnder Zahl meist dunkler gefärbte, in Grösse, Form und Structur überaus variirende Körperchen, welche nicht nur im Habitus, sondern auch im chemischen Verhalten vielfach mit den Excretbläschen und Concretionen der Nephridien übereinstimmen und als Zeichen einer ausserordentlich regen Theilnahme dieser Zellen an der excretorischen Thätigkeit aufzufassen seien.

Er hebt hervor, dass er an einer, aber nur an einer durch ihren bedeutenden Durchmesser und ihr aufgedunsenes Aussehen ausgezeichneten Scheibe in einem Blutpräparate (von *Notomastus*) eine Mitose gefunden (S. 167, Taf. 35, Fig. 2).

Ferner führt er bei Beschreibung des Blutes von *Clistomastus* (S. 156) und *Tremomastus* (S. 165) Formveränderlichkeit der gefärbten Blutscheiben an.

Aus den Mittheilungen von Cuénot über denselben Gegenstand ist nur hervorzuheben (8, S. 412—415), dass er zuweilen bei Leukocyten Granulationen von gelber, brauner oder schwärzlicher Färbung, sowie in »jungen« farbigen Blutkörperchen gelbe, in Molecularbewegung befindliche Körnchen, und an den farbigen Blutkörperchen von *Polycirrus haematodes* beim Contact mit Meerwasser, das dieselben quellen macht und schliesslich zu ihrer »Desorganisation« führt, kleine Pseudopodien gesehen.

Die Objecte meiner Untersuchung, bei deren Auswahl ich mich des Rathes des Prof. Eisig erfreute, waren: *Notomastus lineatus* und *profundus, Dasibranchus caducus* und *Rhynchobolus siphonostom.*

Das Blut wurde durch Zerschneiden des in Fliesspapier abgetrockneten Thieres mittels einer scharfen Scheere und leichtes Andrücken eines Schnittendes auf die vorbereiteten Deckgläser behufs Untersuchung im hängenden Tropfen in unvermischtem Zustande und durch Ausschwenken des Schnittendes in einem mit 2°/₀ Osmiumsäure beschickten Schälchen in fixirtem Zustande gewonnen. Die Vermengung des frischen Blutes mit Seewasser habe ich vermieden, um eine Quellung der Blutkörperchen zu verhüten.

Über die im Wesentlichen übereinstimmenden Befunde an den vier untersuchten Arten sei, soweit sie nicht mit den Mittheilungen Eisig's und Cuénot's zusammenfallen, zusammenfassend berichtet.

Hinsichtlich der Leukocyten ist anzuführen, dass auch hier Formen mit einem äusserst dünnen und solche mit einem viel dickeren Zellleibe vorkommen, der im zweiten Falle in der Regel feinere oder gröbere Körnchen enthält, welche letztere gewöhnlich gelblich gefärbt sind und in der Ehrlich-Biondi'schen Mischung einen kupferrothen Farbenton annehmen. Bei *Notomastus profundus* fand ich ausserdem an zwei Exemplaren einzelne feingranulirte, Pseudopodien aussendende Leukocyten, welche, wie die farbigen Blutkörper dieses Thieres, einen grösseren, intensiv hämatinartig gefärbten Körper enthielten, während an zwei anderen Exemplaren derartige Leukocyten fehlten, dagegen ovale, glatte, grössere Scheiben vorhanden waren, die keine Pseudopodien aussendeten, durchaus gröber granulirt waren, farblos oder schwach gelblich erschienen und einen solchen grossen stark gefärbten Körper enthielten. Hier kommen also Zellen vor, welche den Eindruck von Übergangsformen von den farblosen zu den farbigen Blutkörperchen machen.

Der Kern der Leukocyten zeigte hier dieselbe Structur wie bei den Lamellibranchiaten; polymorphe und doppelte Kerne fanden sich auch hier, aber wesentlich seltener als dort.

Über die Pseudopodien und das Verhalten der Leukocyten beim Erwärmen wäre nur das bei den Lamellibranchiaten Ausgeführte zu wiederholen.

Hinsichtlich der farbigen Blutkörper habe ich hervorzuheben, dass ich kreisrunde Formen im frischen, unvermengten Blute weit spärlicher fand als die grösseren elliptischen, dass aber auch nicht wenige derselben von vorneherein höckerig, zackig oder faltig erschienen (Taf. I, Fig. 63—71). Auch birnförmige und spindelige farbige Blutkörperchen, mit ein bis zwei feinen langen Fortsätzen waren zu finden. Beim Erwärmen traten an vielen derselben die mannigfaltigsten Formveränderungen auf, und bei um 50° C. liegenden Temperaturen wurden die Zacken und Fortsätze eingezogen, die Höcker und Falten glätteten sich und die ganzen Zellen strebten der Kugelform zu.

Bei *Notomastus lineatus* beobachtete ich an einer von vornherein glatten, ovalen farbigen Blutscheibe, dass beim Erwärmen zunächst einige Höcker an derselben auftraten, später sich dieselbe spindelförmig auszog und zwei lange fadenförmige Fortsätze aussendete, an deren einem sich mehrere ganz feine Körnchen fortbewegten, während an dem anderen zwei grössere gelbrothe Kügelchen sich langsam hin- und herschoben. Dann bewegten sich zunächst die ersteren gegen den Zellleib, der Kugelform annahm, zurück, hierauf die zweiten, von denen das dem Zellleibe näher stehende von diesem noch einmal abgestossen wurde, dann aber mit demselben verschmolz, während das zweite sich loslöste und isolirt in der Flüssigkeit dahintrieb.

So konnte also der Vorgang der »Plasmoschise« an diesem farbigen Blutkörperchen in seinem ganzen Ablauf verfolgt werden; das Ende aber war die Bildung einer homogenen, ziemlich intensiv gelbroth gefärbten Kugel aus der ovalen farbigen Blutscheibe.

Die Kerne der farbigen Blutkörperchen waren hier zumeist noch kleiner als bei den Lamellibranchiaten, zeigten aber dieselbe Structur und, wenn auch viel seltener, dieselben Theilungsvorgänge wie dort (Taf. I, Fig. 63—72). Mehr als zwei Kerne habe ich hier nie in einer Zelle zu finden vermocht

Erwähnen muss ich noch, dass auch hier die Osmiumsäure bei einer der untersuchten Arten, nämlich bei ***Rhynchobolus***

einen starken extracellulären Niederschlag erzeugte, der die Beobachtung recht erschwerte.

Schnittpräparate wurden von *Notomastus lineatus* und *profundus* und *Rhynchobolus* untersucht. Es liessen sich wohl auch hier dieselben Kernstructuren und Kerntheilungserscheinungen erkennen wie an den Trockenpräparaten, aber es waren auch mancherlei Anzeichen eines, wohl unter dem Einflusse des Fixationsverfahrens eingetretenen ausgebreiteten Zerfalles von farbigen Blutkörperchen zu finden, und selbst in den verhältnissmässig besterhaltenen dieser waren körnige und streifige Massen im Zellleibe von derselben Art wahrzunehmen, wie sie in demselben unter Auslaugung des Blutfarbstoffes bei Essigsäure- oder Pikrinschwefelsäure-Einwirkung auf das frische Blut dieser Thiere auftreten.

Pedata.

Ich habe von den eigentlichen Seewalzen eine einzige Art, *Cucumaria Planci* untersucht, von deren farblosen und farbigen Blutkörperchen Cuénot (8, S. 636—638) eine zutreffende Beschreibung gegeben hat. Die letzteren stimmen im Wesentlichen mit den in den beiden früheren Capiteln beschriebenen überein, namentlich auch darin, dass im frischen unvermengten Blute neben den homogenen, ovalen oder kreisrunden farbigen Blutkörperchen sich solche finden, die voller Falten, Höcker und Zacken sind (Taf. II, Fig. 69—71), was auch Cuénot hervorhebt und abbildet (8, Taf. XVIII, Fig. 17), oder längere, pseudopodienartige Fortsätze (Taf. II, Fig. 68) zeigen.

Die Färbung dieser unregelmässig gestalteten Blutkörperchen ist eine sehr ungleichmässige; an den Höckern ziemlich intensiv, scheint sie in einzelnen zwischen diesen liegenden Partien ganz zu fehlen. Der Kern ist bei den farblosen und farbigen Blutkörperchen rund und bei letzteren den ersteren gegenüber verhältnissmässig gross. Doppelte Kerne und Kernpolymorphie habe ich hier nur recht selten gesehen; die Structur der Kerne fand ich sowie bei den Lamellibranchiaten.

Die Zahl der farbigen Blutkörperchen in der aus der Leibeshöhle gewonnenen Flüssigkeit, und damit auch die (höchstens

rosige) Färbung derselben fand ich bei den einzelnen der vier untersuchten Exemplare, wie Cuénot, wechselnd.

Beim Erwärmen traten an den Blutkörperchen dieselben Erscheinungen ein, wie sie in den beiden vorhergehenden Capiteln geschildert wurden, insbesondere wurden auch hier bei einer um 50° C. herum liegenden Temperatur des Objecttisches selbst die bizarrsten Formen der farbigen Blutkörper rund, glatt und homogen.

Neben Leukocyten von derselben Beschaffenheit wie bei den Lamellibranchiaten und Polychaeten finden sich hier solche, die mit überaus groben, wenig lichtbrechenden Körnern erfüllt sind (Taf. II, Fig. 72, 73), wie Cuénot bereits beschrieben und abgebildet hat (8, S. 636, Taf. XVIII, Fig. 16). Pseudopodien liessen sich an diesen Zellen nicht erkennen, wohl aber ab und zu leichte amöboide Verziehung. In Osmium bräunten sich diese sehr groben Körner, in dem Ehrlich-Biondi'schen Farbstoffgemenge nahmen sie einen kupferrothen Farbenton an. Mit Methylgrün konnte man in diesen Zellen einen, vereinzelt selbst zwei verhältnissmässig sehr kleine, aber intensiv sich färbende Kerne nachweisen.

Da mancherlei Übergangsformen von etwas gröber granulirten Leukocyten zu diesen mit Körnern allergröbsten Kalibers erfüllten Zellen zu finden waren, einzelne der letzteren sogar Körner verschiedensten Kalibers enthielten, darf man wohl auf eine Entstehung der letzteren aus den ersteren Zellen schliessen.

Cidaridea.

Aus dieser Ordnung der Seeigel habe ich drei Exemplare von *Strongylocentrotus lividus* mit Rücksicht auf die Angaben von Mac Munn (15, S. 483) untersucht, der in den Gerinnseln in der röthlichen aus der perivisceralen Höhle dieser Thiere gewonnenen Flüssigkeit Blutkörperchen fand, welche »alle Abstufungen der Färbung von einem brillanten Lackroth durch ein blasses Orange zum Farblosen darbieten. Die rothen sind gekernt, von unregelmässiger Form und strecken so wie die anderen rasch amöboide Fortsätze aus. Der Kern ist stark lichtbrechend und verleiht dem Körperchen den Anschein, als wäre

ein Loch hineingeschlagen worden......Die blassen.....sind mehrkernig. (In Anmerkung.) Ich glaube, die rothen Körperchen unterscheiden sich von den weissen nur durch den Pigmentgehalt.«

Aus meinen am frischen unvermengten und mit Säuren versetzten Blute angestellten Beobachtungen ging die Richtigkeit dieser Ansicht hervor. Es handelt sich um mit gelben oder rothen gröberen Körnern erfüllte Zellen, die schon bei Zimmertemperatur, lebhafter aber noch beim Erwärmen den amöboiden Bewegungen der Leukocyten von Wirbelthieren ganz analoge Gestaltveränderungen erkennen lassen und bei einer etwas über 40° C. liegenden Temperatur des Objecttisches Kugelgestalt annehmen. Die Pigmentkörner lassen die hell erscheinende Kerngegend frei und mit Apochr. 2 *mm*, Apert. 1, 40 Comp. Ocul. 4 von Zeiss konnte ich in diesen Kernen wie in jenen der farblosen Blutzellen kleine Strichelchen und Pünktchen wahrnehmen. Eine Mehrkernigkeit der letzteren fiel mir nicht auf, doch habe ich diesem Punkte nicht so viel Aufmerksamkeit zugewendet, um ausschliessen zu können, dass sie nicht wenigstens an einzelnen derselben vorkommt.

Unter der Einwirkung von Pikrinschwefelsäure wird der Farbstoff der Pigmentkörner gelöst, färbt zunächst die Zelle diffus und quillt dann zuweilen in grossen homogenen Tropfen, aus derselben heraus, die zuletzt als farbloses, gröber granulirtes Körperchen zurückbleibt, welches oft noch einzelne Pseudopodien zeigt. Ganz ähnlich wirkt die Osmiumsäure. Im Contact mit Glycerin nehmen die Pigmentzellen, ohne Entfärbung, Kugelgestalt an und können so conservirt werden (Taf. II, Fig. 19).

Tunicata.

Eine eingehende Darstellung der Blutkörperchen innerhalb dieses Thierkreises gibt Cuénot auf Grund von Untersuchungen an einer Reihe von Ascidien (8, S. 58—66).

Danach unterscheidet er neben den allen Arten gemeinsamen, die verschiedensten Granulationen zeigenden »Amöbocyten« (Leukocyten) bei gewissen Arten (*Ctenicella appendiculata, Rhopalona Neapolitana, Ascidiella aspersa, Styela*

glomerata) auch »Haematien« (farbige Blutkörperchen), die verhältnissmässig gross und faltig seien, einen wandständigen Kern und gelbe, in Molecularbewegung befindliche Körperchen einschliessen; doch seien die letzteren »wahrscheinlich« den »Haematien« entsprechenden Körperchen farblos.

Ich habe bei meinen Untersuchungen an Ascidien, die sich auf *Ciona intestinalis, Styela gyrosa*, *Phallusia mentula (variatio sanguinolenta)* und *depressa*, sowie *Rhopalea Neapolitana* erstreckten, und theils an em dvom ausgeschnittenen schlagenden Herzen gewonnenem Blute, theils an Schnittpräparaten durch das Herz ausgeführt wurden, von den »farblosen Haematien« nichts gesehen, kann mich also über diesen Punkt nicht aussprechen, vermag dagegen die Angabe von Cuénot zu bestätigen, dass im Ascidienblut neben den mit feineren oder etwas gröberen, gelblichen Granulationen erfüllten Leukocyten auch solche vorkommen, welche in Osmium einen schwarzen oder grauen Farbenton annehmende Tropfen oder in Osmium ihre Farbe nicht verändernde gelbrothe Kugeln enthalten (Taf. II, Fig. 34—41), und dass diese Einschlüsse in den einzelnen Zellen bald nur isolirt, bald in grossen Haufen vorkommen. Wie Cuénot fand ich die im Farbenton zwischen Gelb und Roth schwankenden Pigmentzellen, an denen ebenso wie in den anderen Zellen des Blutes Pseudopodien und beim Erwärmen mehr oder weniger lebhafte Gestaltveränderungen zu sehen waren, besonders zahlreich bei *Phallusia ment.* (var. *sanguinol.*), wo ich sie ebenso wie bei *Ciona intest.*, wo sie weit seltener sind, auch im Gefässsystem, in Bewegung beobachten konnte.

Ganz vereinzelt fand ich bei *Ciona intest.* gelbrothe, kreisrunde Scheiben in der Blutflüssigkeit, die keinen Protoplasmasaum mehr erkennen liessen, häufiger aber solche, an denen noch ein halbmondförmiger Protoplasmasaum zu finden war.

Mit kernfärbenden Mitteln (Methylgrün, Hämatoxylin) liess sich selbst an den durchwegs nur fein oder etwas gröber granulirten Zellen nur ein verhältnissmässig sehr kleiner, bald central, bald excentrisch stehender, intensiv, aber diffus gefärbter, runder oder ovaler kernartiger Körper darstellen, an dem selbst mit den stärksten Vergrösserungen, auch bei Schnittpräparaten

durch das mit Osmium fixirte Herz, keinerlei Structurverhältnisse wahrnehmbar waren. In Zellen, die einzelne, grössere, kugel- oder scheibenförmige Einschlüsse enthielten, war der Kern ganz an die Peripherie der Zelle gedrängt; dort, wo diese mit solchen Einschlüssen ganz erfüllt war, liess sich auch nach der Färbung nichts von ihm wahrnehmen.

Nicht selten fanden sich derartige Kerne lediglich von einem minimalen, nur mühsam erkennbaren granulirten Protoplasmasaum umgeben zwischen den übrigen Zellen.

Ganz analog beschaffen fand ich die Kerne der meisten Blutkörper bei den Salpen, von denen ich das Blut frisch oder fixirt bei *Salpa pinnata, bicaudata, democratica mucronata* und *maxima Africana*, bei letzterer auch an Schnittpräparaten durch das Herz untersuchte; doch konnten hier in den gefärbten Kernen manchmal kleine, dunkler gefärbte Punkte wahrgenommen werden, und es fanden sich in feingranulirten Zellen, oft nur von einem ganz dünnen Protoplasmaleib umhüllt, auch grössere Kerne. An einzelnen dieser grösseren Kerne war auch eine Einbuchtung wahrnehmbar (Taf. II, Fig. 20).

Die Durchmesser der feingranulirten Zellen waren ebenso wie die der sehr zahlreichen, mit ganz groben Körnern erfüllten sehr wechselnd (Taf. II, Fig. 20—33), doch waren jene der letzteren im Durchschnitt erheblich grösser, während an ihnen wieder die Kerne durchwegs klein und nicht selten an der Peripherie der Zelle gelegen waren. Die fein- wie die grobkörnigen Zellen zeigten amöboide Bewegungen, letztere jedoch in geringerem Masse. Die groben Körner waren im frischen Blute farblos und im durch Osmium fixirten ganz leicht gebräunt. Nur bei *Salpa bicaudata* konnte ich, auch in Circulation in den Blutgefässen, mit gelbrothen Körnern erfüllte Zellen, und zwar in grosser Zahl wahrnehmen. Hier fanden sich auch gelbrothe, verästelte Pigmentzellen in der Leibeswand.

Auch das Kaliber der groben Granula war ein wechselndes, in einer und derselben Zelle aber meist ein annähernd gleiches. Bilder, wie sie Fig. 26, 22, 23 auf Taf. II darbieten, lassen wohl kaum einen Zweifel daran aufkommen, dass ein Übergang zwischen den fein- und grobkörnigen Zellen besteht.

Die groben Körner, in frischem Zustande hell und mattglänzend, erfüllten den Zellleib, nicht selten radiär angeordnet, meist bis auf den vom Kern eingenommenen Raum gänzlich, doch fanden sich auch öfter nur einzelne derselben in feingranulirte Zellen eingesprengt (Taf. II, Fig. 21, 27). Bei Färbung mit Ehrlich-Biondi'scher Mischung nach Osmiumfixation nahmen sie meist einen kupferrothen Farbenton an (Taf. II, Fig. 22—25), doch fanden sich daneben auch grün (Taf. II, Fig. 21, 27, 28), orange oder violett gefärbte Körner, in einer und derselben Zelle jedoch stets nur Körner von derselben Färbung. An Schnittpräparaten von in Pikrinschwefelsäure gehärteten Herzen zeigten sich dieselben nach Hämatoxylin-Eosinfärbung meist lebhaft roth gefärbt (Taf. II, Fig. 30), doch kamen daneben auch Zellen mit blauen gröberen Körnern vor (Taf. II, Fig. 31—33).

In den feingranulirten Zellen kamen öfter grosse, helle, meist scheibenförmige, nicht selten aber unregelmässig gestaltete Schollen in Ein- oder Mehrzahl vor, die durch Osmium einen ganz schwach gelblichgrauen Farbenton und dunklen scharfen Umriss erhielten, und weder mit Hämatoxylin-Eosin, noch mit Pikrokarmin oder Ehrlich-Biondi'scher Mischung färbbar waren (Taf. II, Fig. 52—55).

Cephalopoden.

Über die Blutkörperchen dieser Thierclasse wurden jüngst ziemlich gleichzeitig eingehende Mittheilungen von Cuénot (8, S. 21, 22) und Cattaneo gemacht. Letzterer hat eine mit vier Tafeln ausgestattete Monographie über dieselben veröffentlicht (16), in welcher sich auch nähere Mittheilungen über die Literatur dieses Gegenstandes und ausführliche Auseinandersetzungen über die Kernformen und die amöboiden Bewegungen dieser Zellen, sowie über das von diesen principiell verschiedene und eine »Degenerations-Erscheinung« darstellende Aussenden von Pseudopodien finden.

Wie Cuénot gibt er an, dass bei den Cephalopoden nur »Amöbocyten« (Leukocyten) vorkommen, deren Kerne meist polymorph oder wohl auch zweigetheilt sind. Während er aber dies als Ausdruck einer Kerntheilung nach dem Typus der

»Fragmentation« ansieht, behauptet Cuénot, der diese Kernformen mit denen der Leukocyten des Menschen und der Batrachier vergleicht, dass dieselben nichts mit »Segmentation« zu thun haben, sondern eine einfache Kernzerreissung darstellen. Er sowohl wie Cuénot finden starke, lichtbrechende Körnchen im Zellleibe, die nach Cattaneo zuweilen auch pigmentirt sind.

Cuénot betont besonders, dass sich auch »fast nackte« Kerne finden, welche er hier, abweichend von seiner sonstigen Deutung dieser Gebilde, als das Endstadium einer Rückbildung der Leukocyten auffasst. Hinsichtlich der Kernstructur spricht er sich gar nicht aus, Cattaneo aber führt an, dass der Kern feine Chromatinfäden besitze, die ihm ein punktirtes Aussehen geben.

Meine an *Sepia, Eledone moschata* und *Octopus vulgaris* und *tetracirrh.* angestellten Untersuchungen wurden derart ausgeführt, dass das Herz, — bei *Sepia*, nachdem diese beim Herumjagen ihren Tintenbeutel entleert hatte und gründlich gereinigt worden war, — schlagend blossgelegt wurde, worauf dasselbe entweder angeschnitten und sein Inhalt mit einer feinen Pipette aspirirt und theils frisch im hängenden Tropfen untersucht, theils in $2^0/_0$ Osmiumsäure fixirt wurde, oder herausgeschnitten und entweder in Osmiumsäure entleert oder in Flemming'scher Lösung oder Pikrinschwefelsäure fixirt und in Alkohol nachgehärtet wurde.

Ich kann auf Grund meiner Untersuchungen die Angaben der beiden angeführten Forscher in allem Wesentlichen bestätigen und habe nur anzufügen, dass ich die in sehr vielen Leukocyten zu findenden gröberen Körnchen im frischen, unvermengten Blute immer gelblich, an in Ehrlich-Biondi'scher Mischung gefärbten Osmium-Trockenpräparaten kupferroth und an in Hämatoxylin-Eosin gefärbten Schnittpräparaten vom Eosin tingirt fand (Taf. II, Fig. 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 15).

Als häufigste Kernstructur fand ich an gefärbten Trocken- oder Schnittpräparaten: Gefärbte Kernmembran, gefärbte feine, oft ein regelmässiges Netzwerk bildende Fäden und knotenpunktartige Verdickungen derselben. Zuweilen fehlte das Fadenwerk oder es war sehr reducirt, und dann fanden sich in dem im Ganzen heller gefärbten Kerne gröbere, gefärbte

Klumpen. Da sowohl an den von Cuénot als von Cattaneo gegebenen Abbildungen von der Structur dieser Kerne theils nichts, theils wenigstens nichts deutlich sichtbar ist, habe ich einige dieser Leukocyten bei sehr starker (Taf. II, Fig. 76—78), sowie einige Theilungsreihen bei minder starker Vergrösserung abbilden lassen (Taf. II, Fig. 1—18). An den letzteren dürfte wohl zur Genüge ersichtlich sein, dass es sich hier in der That um directe, amitotische Theilung der Kerne handelt.

Zu bemerken habe ich noch, dass an den Osmium-Trockenpräparaten analoge Krystallbildungen stattfanden, wie sie Griesbach am getrockneten Blute von *Astacus fluviatilis* beobachtete (17, S. 501), wodurch die genaue Untersuchung der Leukocyten wohl erschwert, aber nicht unmöglich gemacht wurde. Überdies konnten durch längeres Auswaschen in destillirtem Wasser diese Krystalle wieder beseitigt werden.

Gastropoden.

Cuénot (8, S. 30) gibt an, dass die ausschliesslich den »Amöbocyten« (Leukocyten) zugehörenden Blutzellen der Gastropoden einen kleinen, manchmal doppellappigen oder doppelten Kern und im Zellleib Körnchen in verschiedener Zahl und von verschiedener Färbung erkennen lassen. Cattaneo (7, S. 20) berichtet, dass im Kern von *Helix pomatia* sich grobe dunkle Körner finden.

Nach meinen an Schnittpräparaten durch das in Flemming'scher Lösung fixirte Herz von *Murex*, *Tritonium corrugatum*, *Dolium galea*, *Aplysia limacina*, *Cassis*, *Cassidaria echinophora*, *Pleurobranchaea Meckelii* und *Pterotrachea*, sowie am frischen, unvermengten, durch Punction des Herzens oder Herzbeutels bei *Helix pomatia* gewonnenen, und am mit Osmiumsäure vermengten Blute von *Pterotrachea* und *Helix* vorgenommenen Untersuchungen kann ich diese Angabe, was die Kerntheilung und die Existenz feiner Körner im Zellleibe betrifft, bestätigen.

Die Kernstructur aber fand ich wie bei den Leukocyten der Mollusken überhaupt beschaffen, im Wesentlichen durch dunklere, sich färbende feine Fäden und Punkte bedingt, die sich oft als ein dichtes Netzwerk mit Knotenpunkten erkennen, in anderen Kernen aber wieder keine regelmässige Anordnung

wahrnehmen liessen (Taf. II, Fig. 60—62). Auch klumpige Anhäufung des Chromatins in helleren Kernen, in denen keine oder nur wenige feine Fäden enthalten waren, fand sich öfter, ohne dass sich aber irgend eine Beziehung zwischen diesen Klumpen und den vorhandenen Kerntheilungserscheinungen herstellen liess, die bei den einzelnen Arten in wechselnder Menge, im Ganzen aber nicht so häufig wie bei den Cephalopoden zu finden waren, und in Hufeisenformen, seichteren Einkerbungen und bis zur Zweitheilung fortschreitenden Einschnürungen bestanden (Taf. II, Fig. 60, 62).

Thoracostraca.

Dass bei den ausschliesslich den Leukocyten zugehörenden Blutkörpern von *Astacus fluviatilis*, von denen ein grosser Theil spindelförmig ist, nicht selten, und zwar nur directe Kerntheilung zu finden ist, hat jüngst Löwit (18, S. 235—237) eingehend dargelegt und zugleich mitgetheilt, dass er dieser Kern- auch Zelltheilung folgen sah. Cuénot dagegen, der eine grössere Zahl von Dekapoden-Arten, darunter auch *Astacus fl.*, untersucht hat, gibt bei Beschreibung des Kernes ihrer ausschliesslich den »Amöbocyten« angehörenden Blutkörper, in dem er nach Fixation und Färbung »manchmal kleine Nucleolen« findet, an, dass er niemals im Blute dieser Thiere »Amöbocyten« in Theilung gefunden habe (8, S. 75).

Ich konnte mich bei *Astacus fl.* an Trockenpräparaten des durch Ausschwenken eines durchschnittenen Gehfusses in 2°/$_0$ Osmiumsäure fixirten oder mittels einer fein ausgezogenen Pipette aus dem blossgelegten schlagenden Herzen aspirirten und sofort in die Osmiumsäure entleerten Blutes, sowie an Schnittpräparaten des schlagend in Flemming'scher Lösung fixirten Herzens und ferner bei *Homarus vulgaris*, *Squilla mantis, Palinurus vulgaris, Dromia vulgaris, Maja squinado*, *Penaeus membr.*, *Pagurus* und *Scyllarus arctus*, von denen ich nur Schnittpräparate des in Flemming'scher Lösung fixirten Herzens untersucht habe, davon überzeugen, dass hier in der That nach dem Schema der directen (amitotischen) Theilung ablaufende Kerntheilungsvorgänge an den Leukocyten keineswegs selten sind (Taf. II, Fig. 56—59).

Auch darin muss ich Löwit beistimmen, dass sich bei *Astacus*, und den anderen von mir untersuchten Arten, in den Leukocytenkernen meist grössere Chromatinklumpen finden und ein von Trockenpräparaten herrührendes Kernbild, wie es Fig. 64 auf Taf. II ergibt, dürfte wohl zugleich einen genügenden Beweis dafür erbringen, dass das von Löwit geäusserte Bedenken, dass die Trockenmethode klumpige und körnige Chromatinmassen in mehr fädige Bildungen umwandeln kann (18, S. 225), wenigstens der von mir gewählten Modification dieser Methode gegenüber wohl kaum aufrecht zu erhalten ist.

Zwischen den groben, klumpigen Chromatinmassen, welche sich regellos im Kern verstreut finden und demselben oft ein grobfleckiges Aussehen verleihen, vermochte ich an den Trocken- wie an den Schnittpräparaten stets feine, oft dicht beisammen stehende Chromatinpünktchen wahrzunehmen, welche dort, wo diese Pünktchen nicht gar zu dicht aneinander lagen und das Bild durch die klumpigen Chromatinmassen nicht ganz beherrscht wurde, durch netzförmig angeordnete Fäden mit einander verbunden erschienen (Taf. II, Fig. 56—59, 64 und insbesondere 63).

Die groben Chromatinklumpen fand ich in den einzelnen Leukocytenkernen desselben Individuums sowohl wie der verschiedenen Arten an Zahl sehr wechselnd, ja nicht selten fand ich Kerne, in deren Innerem nur feine, durch ein netzförmiges Fadenwerk verbundene Pünktchen zu sehen waren (Taf. II, Fig. 57, 58).

Alles in Allem genommen, bin ich darum geneigt, ein feines Fadennetz mit Knotenpunkten als die Grundstructur des Leukocytenkernes auch bei den Thoracostraca anzusehen, wozu sich dann bei den einzelnen Zellen und Arten an Zahl und Masse sehr wechselnde grobe Chromatinklumpen hinzugesellen.

Hervorheben muss ich noch, dass ich die Leukocyten und insbesondere deren Kerne bei *Astacus fl.* weit grösser fand, als bei den anderen von mir untersuchten Arten.

Schlussbemerkungen.

Bei einem zusammenfassenden Rückblick auf die in den vorhergehenden Abschnitten mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich, dass in den gefärbten und farblosen Blutkörperchen der wirbellosen Thiere, abgesehen von vereinzelten Ausnahmen, in denen der Kern wohl nur durch die Granulationen verdeckt ist, durchwegs Kerne zu finden sind, dass aber sowohl absolut als im Verhältniss zum Zellleib, namentlich bei den Leukocyten, bedeutende Grössenunterschiede der Kerne, nicht nur zwischen den einzelnen der Untersuchung unterzogenen Thierkreisen und Classen, sondern auch innerhalb der einzelnen Ordnungen, ja selbst bei einem und demselben Individuum bestehen.

Als besonders bemerkenswerth möchte ich in dieser Richtung hervorheben, dass eine Art von Missverhältniss zwischen der Menge und dem Kaliber der Granulationen des Zellleibes und der Kerngrösse bei den Leukocyten besteht, wie dies namentlich an Tunicaten ersichtlich ist, bei denen in den mit ganz groben Körnern erfüllten Zellen der Kern auffallend klein ist und keine besonderen Structurverhältnisse erkennen lässt, so dass sich der Gedanke an eine Wechselbeziehung zwischen Körnerbildung und Ernährung des Kernes wohl kaum von der Hand weisen lässt, umsoweniger, da sich auch Zellen finden, die mit durch Kernfärbungsmitteln tingiblen Körnern erfüllt sind, einen von diesen unterscheidbaren Kern aber nicht erkennen lassen.

Bei den Lamellibranchiaten finden sich aber auch an den Leukocyten mit feingranulirtem Zellleibe bedeutende Grössenunterschiede des Kernes, und es ist hervorzuheben, dass hier vereinzelt auch auffallend grosse und grosskernige Zellen vorkommen, die sich also von den übrigen Leukocyten durch dieselben wohl nur im Laufe ihrer Entwicklung innerhalb der Blutflüssigkeit angenommenen Eigenschaften abheben, die für die sogenannten »Markzellen« des menschlichen Blutes, die demselben aber nach F. H. Müller normalerweise fremd. sind (19, S. 94), als charakteristisch erklärt werden (19, S. 61, 62),

Als typische Kernstructur, sowohl der farblosen wie der farbigen Blutkörper der untersuchten wirbellosen Thiere, muss

ein feines Fadennetz mit knotenpunktartigen Verdickungen angesehen werden, wozu sich aber bei den Thoracostraca, namentlich bei *Astacus*, gröbere Chromatinklumpen gesellen.

Inwieweit abweichende Bilder durch Reagenzwirkung oder durch abweichenden Ernährungszustand der Kerne bedingt sind, muss dahingestellt bleiben. Dagegen ist zu betonen, dass die typische Kernstructur auch in den in directer Theilung begriffenen, sowie in den zwei- oder mehrfach in einer Zelle vorhandenen Kernen zu finden ist.

Stets erschien, sowohl bei den farblosen, wie bei den farbigen Blutkörperchen die Theilung amitotisch, ohne dass sich ein Anhaltspunkt für eine Divisio per granula fand. Welche Bedeutung den früher angeführten, ganz vereinzelten Beobachtungen Apáthy's und Eisig's, betreffend mitotische Theilung von Blutkörperchen wirbelloser Thiere zukömmt, muss ich als offene Frage betrachten.

In einzelnen Fällen erschien die directe Theilung der Kerne mit Chromatinvermehrung in denselben verknüpft, meist jedoch nicht. Eine veränderte Anordnung der chromatischen Substanz war aber auch in den ersteren Fällen nicht zu bemerken.

Den Zellleib der farbigen Blutkörperchen, im engeren Wortsinne, fand ich, abgesehen von runden oder unregelmässig gestalteten Einschlüssen von dunklerer Färbung homogen. Die Erscheinung lebhafter Molecularbewegung an den feineren dieser Einschlüsse deutet auf eine wenig consistente Beschaffenheit desselben. Es sei schon hier darauf hingewiesen, dass dieselbe Erscheinung an den von Ranvier (20, S. 207) als Dotterkörner bezeichneten körnigen Einschlüssen in den farbigen Blutkörpern der Amphibienlarven wahrzunehmen ist.

An einem Theile der farblosen Blutkörper erscheint der Zellleib auch homogen, an einem anderen feiner oder gröber, am gröbsten bei *Cucumaria, Strongylocentrotus* und den Tunicaten granulirt, deren mit gelbrothen oder farblosen Kugeln erfüllte Leukocyten ein Analogon zu den »Körnerkugeln« bilden, die nach Semmer (21, S. 42) im Pferdeblut in grosser Menge, nach Slevogt (22, S. 10—13) spärlicher auch im Katzen-, Hunde- und Schafblut, ja hin und wieder selbst im

Menschenblute vorkommen, welch' letzteres aber Laker (23, S. 28) bestreitet. Darauf, dass sie auch bei Fischen, namentlich bei Selachiern sich finden, hat mich Prof. Paul Mayer aufmerksam gemacht. Während aber nach Semmer und Slevogt die Körner dieser, schon durch ihre amöboiden Bewegungen als Mitglieder der Leukocytengruppe charakterisirten Zellen bei den Säugern von vornherein stets gelbroth sind und sich erst bei Veränderung entfärben, bei den Fischen aber wieder von vornherein stets farblos sind, finden wir bei wirbellosen Thieren bei einzelnen Arten nur farblose, bei anderen wieder nur gelbrothe, bei noch anderen farblose und gelbrothe Körnerkugeln neben einander in der Blutflüssigkeit.[1]

Dass selbst die Beschaffenheit der gelbrothen Körner nicht durchwegs dieselbe ist, lehrt der Umstand, dass der Farbstoff derselben bei *Strongylocentrotus* durch Osmiumsäure ausgelaugt wird, bei den Tunicaten aber nicht. Die farblosen Körner der Körnerkugeln der Tunicaten aber nehmen in den verschiedenen Zellen sowohl unter der Einwirkung der Osmiumsäure als auch unter jener von Farbstoffen so verschiedene Färbungen an, dass hieraus wohl auf sehr rege Stoffwechselvorgänge in diesen Zellen geschlossen werden muss. Bemerkenswerth ist es, dass auch hier wie in den Leukocyten der Wirbelthiere in einer und derselben Zelle sich immer nur Körner von derselben Färbung fanden.

Ich kann mich aber nicht entschliessen, mit Ehrlich aus der verschiedenen Färbung dieser Granula durch Farbstoffe ein eigenartiges Protoplasma für jede dieser verschieden gefärbten Zellen zu folgern (24, S. 130), und auf Grund dieser Folgerung eine Anzahl von Zellenarten aufzustellen, da ich den Gedanken, dass es sich nur um verschiedene Stadien eines und desselben Stoffwechselvorganges handelt, in denen die einzelnen Zellen bei der Fixation angetroffen wurden, ebenso naheliegend finde, ja glaube, dass hiebei der ungemeine Wechsel in

---

[1] Ganz ähnliche Gebilde sind jüngst in Krebsgeschwülsten beim Menschen gefunden und unter dem Namen »Kugelzellen« beschrieben worden. (Vergl. Touton: Über Russel'sche Fuchsinkörperchen und Goldmann'sche Kugelzellen. Virchow's Arch. Bd. 132, S. 427. 1893.

der Zahl der so oder so gefärbten Zellen bei den verschiedenen Individuen derselben Art sich leichter erklärt.

Von demselben Gesichtspunkte aus betrachte ich den verschiedenen Grad der Schwärzung dieser Körner durch die Osmiumsäure. Die eine gewisse Analogie zu den Pigmentzellen bietenden gelbrothen Körnerkugeln aber dürften wohl als eine besondere Art von Leukocyten anzusehen sein, deren functionelle Bedeutung mir aber umso unklarer ist, als dieselben je nach der Färbung der Leibeswand bei den einzelnen Ascidienarten bald reichlicher, bald spärlicher, und bei den untersuchten Salpenarten nur bei der einen im Blut zu finden waren, bei welcher analog gefärbte verästelte Pigmentzellen in der Leibeswand vorhanden waren.

In einer gewissen Analogie hiemit finden sich bei den Lamellibranchiaten selbst bei so nahe verwandten Arten wie *Pectunculus glycimeris* und *pilosus* im Blute der einen farbige, in dem der anderen aber nur farblose Blutkörper, und nach den Angaben von Griesbach erscheint sogar an einer und derselben Art ein Wechsel in dieser Richtung möglich, da er bei 15 Exemplaren von *Tellina planata* farbige Blutkörperchen, bei einem aber nur farblose fand (5, S. 81), während ich bei 8 von Herrn Lo Bianco, dem ich für die Bestimmung der in Neapel untersuchten Objecte zu Dank verpflichtet bin, als unzweifelhaft *Tellina planata* bezeichneten Exemplaren keine farbigen Blutkörperchen entdecken konnte.

Dass aber nicht bloss in den Körnerkugeln, sondern auch in den anderen Leukocyten rege Stoffwechselvorgänge sich vollziehen, erhellt aus der verschiedenen natürlichen und künstlichen Färbung ihrer Granulationen. Besonders ist hier hervorzuheben, dass die gröberen Granulationen der Leukocyten der wirbellosen Thiere meist von vornherein einen gelblichen Farbenton haben und häufig »eosinophil« sind.

Neben diesen Zeichen lebhaften, muthmasslich assimilatorischen Stoffwechsels finden sich aber an den Leukocyten auch Erscheinungen, welche den Gedanken an eine excretorische Thätigkeit derselben nahelegen. In erster Reihe ist in dieser Hinsicht das Vorkommen von Leukocyten bei *Notomastus profundus* zu erwähnen, welche dieselben eigenthüm-

lichen Einschlüsse enthalten, wie die farbigen Blutkörper dieses Thieres, von welchen die Untersuchungen Eisig's es wahrscheinlich gemacht haben, dass sie als Excretionskörper zu betrachten sind. Einen ähnlichen Eindruck machen die in Leukocyten von Lamellibranchiaten zu findenden unregelmässig gestalteten gefärbten Einschlüsse, sowie die in Salpen-Leukocyten vorkommenden runden oder unregelmässig gestalteten, keinen Farbstoff annehmenden Schollen.

Dass mit Rücksicht auf die in den Leukocyten der wirbellosen Thiere so häufig vorkommenden gefärbten Einschlüsse die Bezeichnung derselben als Leukocyten, weisse, beziehungsweise farblose Blutkörper nur cum grano salis zu nehmen ist, bedarf wohl kaum einer besonderen Betonung. Indessen kann ich mich nicht entschliessen, die so eingebürgerte Bezeichnung nach dem Vorgang von Cuénot mit dem Worte »Amöbocyten« zu vertauschen, da einerseits jene Bezeichnung mit Bezug auf die Grundsubstanz des Leibes jener Zellen doch ihre Berechtigung behält, anderseits aber nicht stets an allen zu dieser Gruppe gehörigen Zellen amöboide Bewegungen zu bemerken, hingegen ähnliche Formveränderungen auch an Zellen mit gefärbter Grundsubstanz ihres Leibes, d. h. also an farbigen Blutkörperchen zu finden sind.

Ob in den Leukocyten mit ganz dünnem Zellleib die Bildungszellen der Leukocyten der Mollusken zu erblicken sind, wie Cuénot annimmt, muss ich ganz dahingestellt sein lassen. Ich kann in dieser Richtung nur angeben, dass ich bei Lamellibranchiaten an Schnittpräparaten durch das ganze Thier nirgends eine Anhäufung dieser Zellenart gefunden. Ganz nackte Kerne, die Cuénot öfter bei Mollusken anführt, habe ich im ganz frischen Blute nie, im fixirten Blute nur ganz ausnahmsweise gesehen, so dass wohl der Gedanke nahe liegt, dass man hier nicht, wie Cuénot meint, die ersten Bildungselemente der Leukocyten, sondern nur durch künstlich veranlassten Zellzerfall frei gewordene Gebilde vor sich hat.

Eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung sind die Gestaltveränderungen der farbigen Blutkörperchen der wirbellosen Thiere, und die Analogien, welche sich hinsichtlich dieser Erscheinung an farblosen und gefärbten Blutkörpern beim Er-

wärmen herausstellen, dürften es wohl kaum als gewagt erscheinen lassen, die Formveränderungen der farbigen mit jenen der farblosen Blutkörper in eine Parallele zu bringen, und demnach in gewissem Sinne von amöboiden Bewegungen farbiger Blutkörper zu sprechen, wobei man sich freilich bewusst bleiben muss, dass selbst in der äusseren Erscheinung dieser Bewegungen hier und dort keine Identität besteht.

Derartige Gestaltveränderungen finden sich übrigens nicht bloss an farbigen Blutkörperchen wirbelloser Thiere. Ich habe sie auch an einem Theil der farbigen Blutkörper von *Scyllium, Raja* und *Torpedo* beobachtet, wo (bei *Scyllium*) sie vorher schon A. Mosso gesehen (25. S. 491), sowie bei Amphibienlarven, worüber ich in einer späteren Mittheilung eingehender und unter Erörterung der Bedeutung der Formveränderung der farbigen Blutkörper überhaupt zu berichten gedenke. Hier sei nur noch angeführt, dass Ranvier (20, S. 208) bei Besprechung der in den farbigen Blutkörperchen von Amphibienlarven zu findenden Dotterkörner auf die Möglichkeit verweist, dass letztere durch amöboide Bewegungen von den ersteren in einem früheren Stadium ihrer Entwicklung aufgenommen worden seien, und dass Mosso von einer Contractilität der rothen Blutkörperchen spricht (25, S. 492).

Auch die sogenannte Plasmoschise ist bei den wirbellosen Thieren den farbigen mit den farblosen Blutkörperchen gemein. Wir finden also hier an beiden Zellenarten so viele Zeichen der Verwandtschaft, dass man, so lange nicht zwingende Gegenbeweise vorliegen, wohl wird annehmen müssen, dass sie in engen genetischen Beziehungen zu einander stehen. Doch fehlen genügende Anhaltspunkte, sich über die Natur dieser Beziehungen auszusprechen, wenn auch die bei *Notomastus profundus* vorkommenden, den Eindruck von Übergangsformen der farblosen zu den farbigen Blutkörperchen hervorrufenden Zellen einen immerhin bemerkenswerthen Befund bilden.

Die Zeichen lebhafter amitotischer Kerntheilung, welche sich bei den farbigen und farblosen Blutkörperchen der wirbellosen Thiere finden, während anderweite Zeichen von Neubildung derselben fehlen, drängen ferner zu der Annahme, dass dieser Art der Kerntheilung hier ein regenerativer Charakter

zukömmt, und dass die Neubildung der Blutzellen sich hier, wenigstens zum Theil, in der Blutflüssigkeit abspielt.

Kükenthal (26, S. 323) hat denn auch an den Leukocyten von Anneliden, Löwit an jenen von *Astacus fl.* neben der amitotischen Kerntheilung, Zelltheilung ablaufen sehen. Bilder, die für letztere sprechen, fand ich an den Leukocyten von Lamellibranchiaten (Taf. II, Fig. 49, 50), und Gastropoden im fixirten und gefärbten Blute zuweilen, doch ist auf diesen Befund kein allzugrosses Gewicht zu legen, da immerhin die Möglichkeit offen bleibt, dass es sich nur um Verklebung zweier Zellen handelte, wenn ich auch in den betreffenden Fällen selbst mit den stärksten Vergrösserungen und bei sorgfältigster Beobachtung die in anderen ähnlichen Fällen unschwer wahrzunehmenden Zeichen einer solchen Verklebung vermisste.

Bemerkenswerth scheint es mir aber noch in Bezug auf diese Frage, dass ich bei *Anodonta* bei Zählung der eingebuchteten oder doppelten Leukocytenkerne in dem mit einer Spur von Essigsäure versetzten Blute, mittels der Zeiss'schen Zählkammer eine, namentlich im Verhältnisse zur Zahl der Kerne in einem bestimmten Rauminhalte überhaupt nicht unbeträchtliche Vermehrung der Theilungsformen nach Blutentziehungen feststellen konnte, eine Beobachtung, deren Vervielfältigung und Ausdehnung auf wirbellose Thiere mit rothen Blutkörperchen allerdings noch nothwendig ist.

Inwieweit aber die aus den Beobachtungen an wirbellosen Thieren gewonnenen Ansichten über die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung für die Neubildung von Blutkörperchen, über genetische Beziehungen zwischen farblosen und farbigen Blutkörpern, sowie über die Granulationen der farblosen Blutkörper eine Übertragung auf die Wirbelthiere erfahren dürfen, müssen erst meine weiteren, begreiflicherweise nur allmälig fortschreitenden Untersuchungen am Blute der Wirbelthiere ergeben, bei denen insbesondere auch der Vergleich zwischen den Blutkörpern von Embryonen und erwachsenen Thieren Berücksichtigung findet.

Dass aber auch noch gar manche Vervollständigung meiner Beobachtungen am Blute von wirbellosen Thieren wünschens-

werth ist, habe ich selbst lebhaft empfunden. Wie mich aber äussere Verhältnisse nöthigten, meine Untersuchungen in Neapel auf den Zeitraum von wenigen Wochen zusammenzudrängen, so lassen sie mich vorläufig auch nicht absehen, wann ich dieselben etwa dort wieder aufzunehmen vermag. Und so muss ich den Versuch einer Lösung so mancher bei diesen Untersuchungen aufgetauchten Frage, so jener nach dem Vorhandensein einer Membran und nach dem inneren Bau des Zellleibes der farbigen Blutkörper der wirbellosen Thiere, nach der Theilung ihres Zellleibes und der Aufnahme von injicirten Fremdkörpern durch dieselben, nach dem Verhältniss zwischen den Kugel- und Scheibenformen derselben im frischen Blute u. a. m. auf unbestimmte Zeit verschieben.

Verzeichniss der angeführten Literatur.

1. H. F. Müller, Die Methoden der Blutuntersuchung. Centralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. 1892, S. 801 ff.

2. P. Ehrlich, Über schwere anämische Zustände. Verhandlungen des Congresses für innere Medicin. Wiesbaden, 1892, S. 35.

3. S. Apáthy, Weiteres zur Celloidintechnik. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. VI. 1889, S. 164.

4. W. Flemming, Über die Blutzellen der Acephalen und Bemerkungen über deren Blutbahn. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XV. 1878. S. 243.

5. H Griesbach, Beiträge zur Histologie des Blutes. Ebenda. Bd. XXXVII. S. 22 ff.

6. S. Apáthy, Studien über die Histologie der Najaden. Biologisches Centralblatt, Bd. VII, S. 621.

7. G. Cattaneo. Sulla morfologia delle cellule ameboidi dei molluschi e artropodi. Bolletino scientifico, redatto da Maggi, Zoja e De-Giovanni. Anno XI. Marzo 1889. S. A.

8. L. Cuénot, Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. Archives de zoologie expérimentale. Deuxième série. T. IX. S. 13 ff.

9. M. Löwit. Ein heizbarer Objecttisch für starke Vergrösserungen. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. II. 1885. S. 43.

10. Ph. Knoll. Über die Herzthätigkeit bei einigen Evertebraten und deren Beeinflussung durch Temperaturschwankungen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. CII. Abth. [illegible] October 1893.

11. Derselbe. Zur Lehre von der Beschaffenheit und Entstehung der Harncylinder. Zeitschrift für Heilkunde. Bd. V. 1884.

12. J. Arnold. Über Kern- und Zelltheilung bei acuter Hyperplasie der Lymphdrüsen und Milz. Virchow's Archiv. Bd. LXXXXV. 1884.

13. W. Flemming. Über Theilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attractionssphäre. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXXVII.

14. H. Eisig. Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel. Berlin. 1887.

15. C. A. Mac Munn. On the Chromatology of the Blood of some Invertebrates. Quarterly Journal of Microscopica science. Bd. XXV. 1855. S. 469 ff.

16. G. Cattaneo, Gli amebociti dei Cefalopodi e loro confronto con quelli d'altri invertebrati. Genova. 1891.

17. H. Griesbach. Beiträge zur Kenntniss des Blutes. Pflüger's Archiv. Bd. L. 1891. S. 473 ff.

18. M. Löwit. Über Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen. Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie und allgemeinen Pathologie. Bd. X. S. 213 ff.

19. H. F. Müller, Zur Leukämie-Frage. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XLVIII. 1891. S. 47 ff.

20. L. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie. Übersetzt von Nicati und Wyss. Leipzig 1888.

21. G. Semmer, Über die Faserstoffbildung im Amphibien- und Vogelblut und die Entstehung der rothen Blutkörperchen der Säugethiere. Dorpat, 1874. J. D

22. F. Slevogt, Über die im Blute der Säugethiere vorkommenden Körnchenbildungen. Dorpat, 1883. J. D.

23. C. Laker, Beobachtungen an den geformten Bestandtheilen des Blutes. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XCIII. Abth. III. 1886.

24. P. Ehrlich, Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes. I. Berlin, 1891.

25. A. Mosso, Studi sul sangue. Rendiconti della r. academia dei Lincei. Classe di Scienze fis. matem. e natur. Vol. IV. fasc. 8, 9 e 12. 1º Semestre 1888.

26. W. Kükenthal, Über die lymphoiden Zellen der Anneliden. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XVIII. 1885. S. 319 ff.

27. M. Löwit, Über die Beziehung der weissen Blutkörperchen zur Blutgerinnung. Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie und allgemeinen Pathologie. Bd. V. S. 477 ff.

Erklärung der Abbildungen.

D. bedeutet Deckglaspräparate, die mittels der im Texte angegebenen Methode gewonnen wurden, O. in Osmium fixirte, membranartig ausgebreitete Herzen, F. Schnittpräparate durch in starker Flemming'scher Lösung, P. durch in Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure fixirte Objecte, Eh. B. zeigt Färbung mittels des Ehrlich-Biondi'schen Farbstoffgemisches, M. mittels Methylgrün, H. mittels Delafield's Hämatoxylin, Eo mittels alkoholischer Eosinlösung an.

Die am Ende der einzelnen Figurenerklärungen stehenden Ziffern und Buchstaben zeigen die mittels Zeiss'scher Oculare und Objective gewonnenen Vergrösserungen an, und zwar die erste Ziffer immer das Ocular; 2 bedeutet dabei Apochromat, 2·0 *mm*, Apert. 1·40 und die davor stehende Ziffer Compensations-Ocular.

Die Deckglaspräparate lagen in Glycerin und destillirtem Wasser zu gleichen Theilen, die Schnittpräparate in Canadabalsam.

Tafel I.

Sämmtliche Präparate geben farbige Blutkörperchen wieder.

Fig. 1—18. D. *Pectunculus.* Eh. B. 6; 2.

» 19—37. F. *Pectunculus.* H. Eo. 12; 2.

» 38—45. D. *Capsa.* Eh. B. 8; 2.

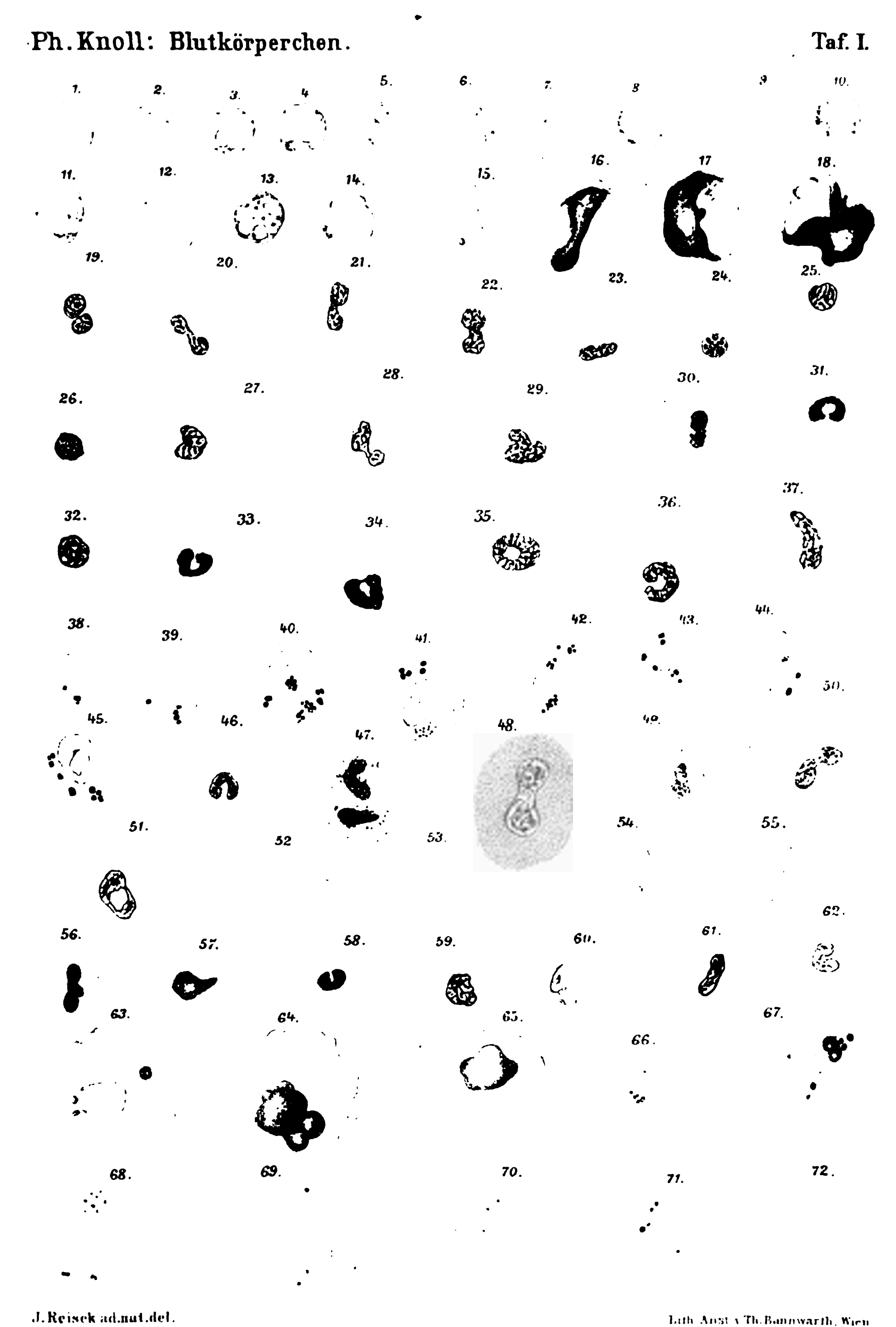
Fig. 46—51. F. *Capsa*. H. Eo. 8; 2. 49 bei 12; 2.
» 52—55. D. *Arca*. Eh. B. 8; 2.
» 56—58. F. *Arca* H. Eo. 8; 2.
» 59—62. F. *Solen*. H. Eo. 12; 2.
» 63—71. D. *Notomastus profundus*. Eh. B. 63—66 8; 2. 67—71 : 12. 2.
» 72. D. *Cucumaria*. 8; 2.

Tafel II.

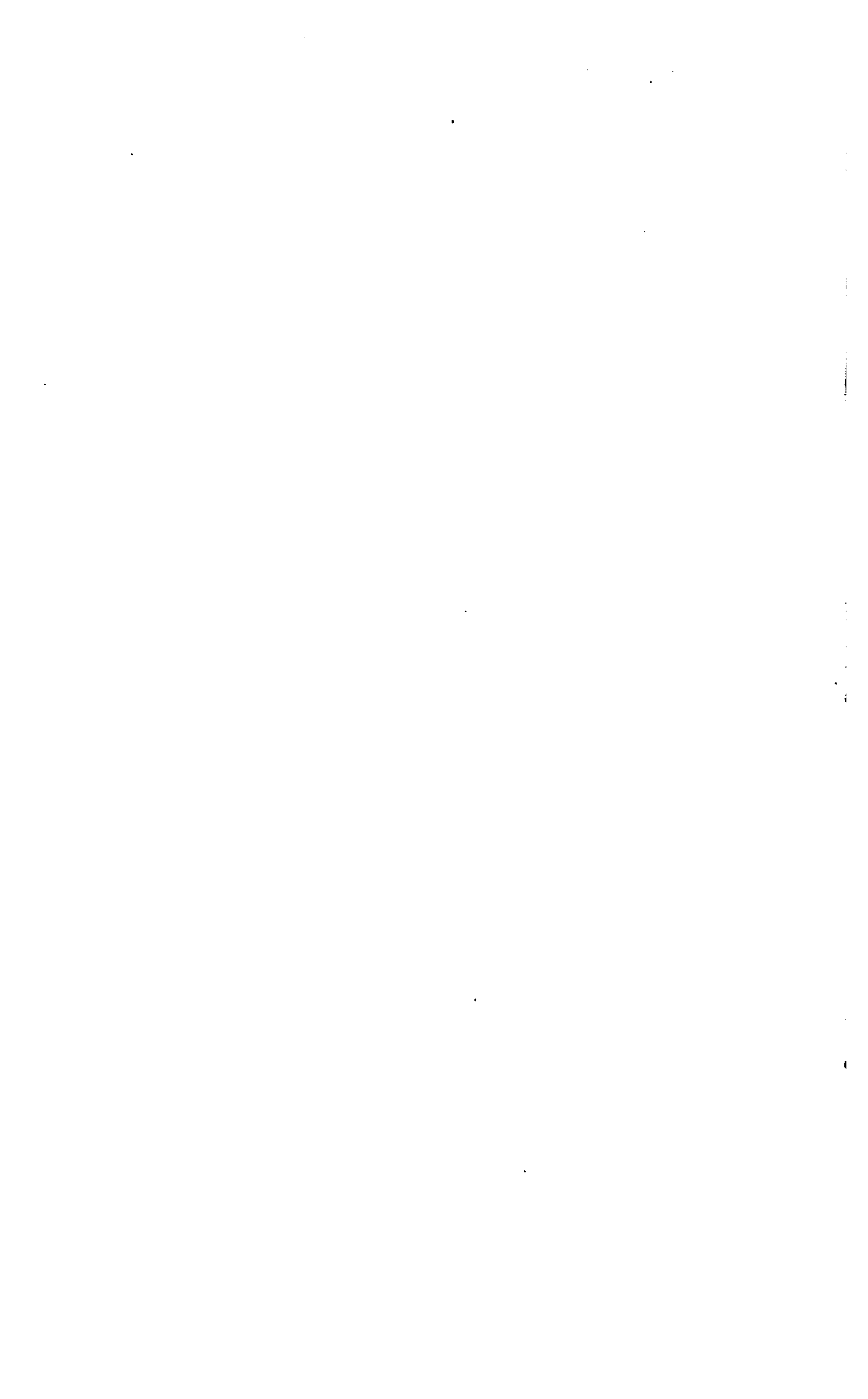
Figur 68—71 und 74, 75 geben farbige, alle anderen Figuren dieser Tafel farblose Blutkörperchen wieder.

Fig. 1—15. P. *Sepia*. H. Eo. 6; 2.
» 16—18. D. *Sepia*. M. 6; 2.
» 19. Blutkörperchen von *Strongylocentrotus* in Glycerin.
» 20—28. O. *Salpa max. Afr.* Eh. B. 4; 2.
» 29—33. P. *Salpa max. Afr.* H. Eo. 4; 2.
» 34—41. O. *Phallusia ment. (sanguinol.)* 4; 2.
» 42—44. D. *Capsa*. Eh. B. 6; 2.
» 45. Fl. *Pectunculus*. H. Eo. 6; 2.
» 46, 47. Fl. *Tellina*. H. Eo. 6; 2.
» 48. D. *Tellina*. M. 6; 2.
» 49, 50. D. *Anodonta*. Eh. B. 6; 2.
» 51—55. O. *Salpa max. Afr.* Eh. B. 2; F.
» 56—59. Fl. *Homarus vulg.* H. Eo. 8; 2.
» 60—62. D. *Helix. pomat.* Eh. B. 6; 2.
» 63. Fl. *Astacus fl.* H. Eo. 12; 2.
» 64. D. *Astacus fl.* Eh. B. 8; 2.
» 65—67. D. *Anodonta*. H. 8; 2.
» 68—73. D. *Cucumaria*. M. 2; F.
» 74—75. D. *Pectunculus*. Eh. B. 12; 2.
» 76—77. P. *Sepia*. H. Eo. 12; 2.
» 78. D. *Sepia*. M. 12; 2.

Ph. Knoll: Blutkörperchen. Taf. I.



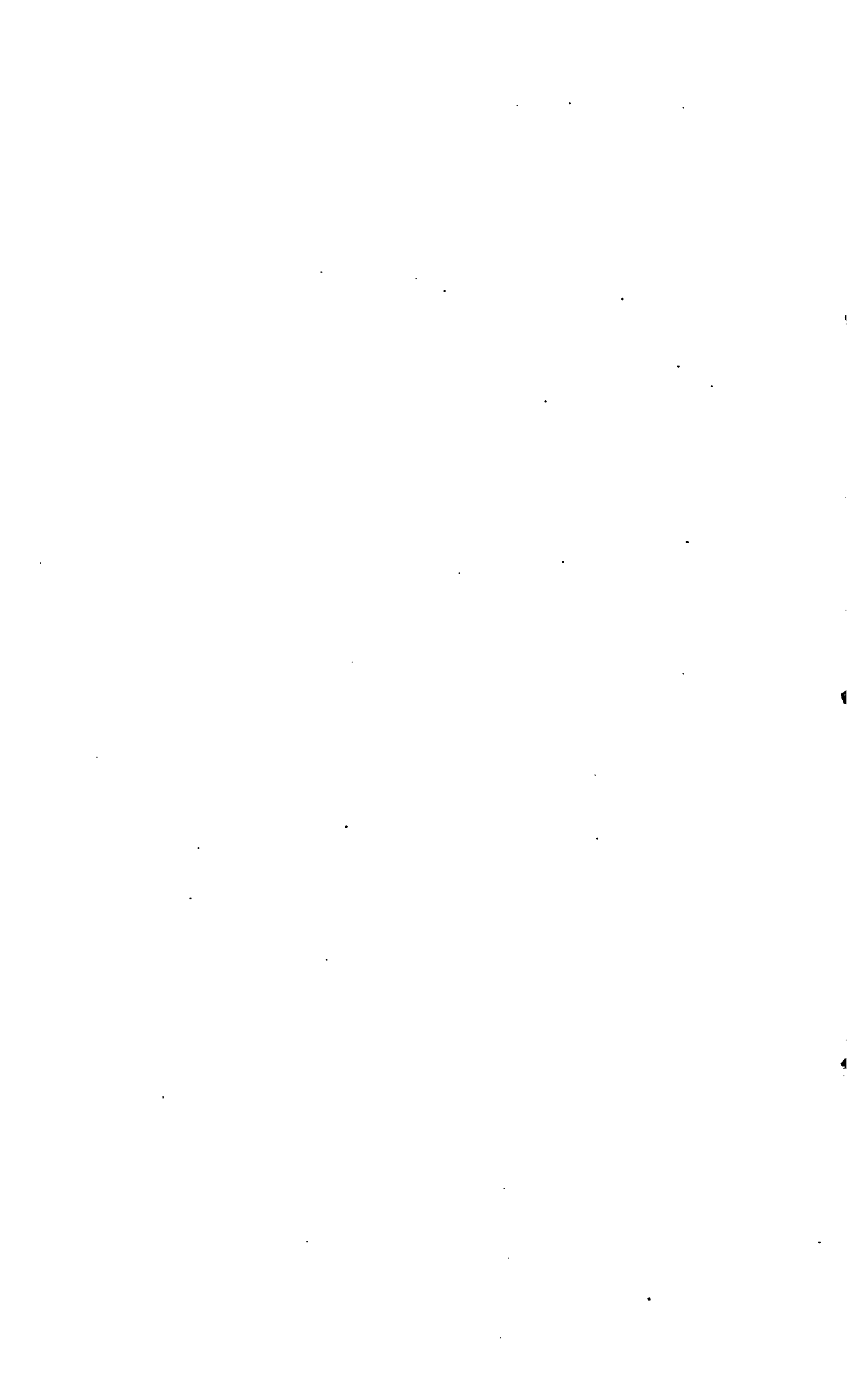
J. Reisek ad. nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



Ph. Knoll: Blutkörperchen. Taf. II.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78.

J. Reisek ad nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien



XXV. SITZUNG VOM 30. NOVEMBER 1893.

Das w. M. Herr Hofrath V. v. Ebner macht die Mittheilung, dass die k. k. Universität in Graz am heutigen Tage die Jubelfeier der dreissigjährigen Thätigkeit des wirklichen Mitgliedes der kaiserlichen Akademie Herrn Regierungsrathes Dr. Alexander Rollet als Professor der Physiologie an der medicinischen Facultät dieser Universität begeht und überreicht der Akademie im Namen der Verfasser ein Exemplar der dem Jubilar aus diesem Anlasse von seinen früheren und gegenwärtigen Assistenten gewidmeten Festschrift.

Das k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministerium (Marine-Section) übermittelt das von dem k. u. k. Linienschiffs-Lieutenant Herrn Wilhelm Kesslitz vorgelegte Elaborat über die unter dessen Leitung in Gemeinschaft mit dem k. u. k. Linienschiffs-Fähnrich Herrn Sigmund Schluet v. Schluetenberg im Jahre 1893 im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ausgeführten »Erdmagnetischen Beobachtungen in Bosnien und in der Herzegowina«.

Der Secretär übergibt ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Leopold Dietmann vulgo Leo Diet, k. u. k. Lieutenant a. D., Historien- und Porträtmaler in Wien, welches die Aufschrift trägt: »Perspectograph«.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Dr. B. Max Lersch in Aachen, betitelt: »Notizen über die Kometenerscheinungen in früheren Jahrhunderten« (II. Mittheilung).

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ad. Lieben überreicht drei in seinem Laboratorium an der Universität in Wien ausgeführte Arbeiten:

1. Ad. Lieben: »Über Bestimmung von Ameisensäure«.
2. L. Panics: »Darstellung von Pentadecylalkohol aus Palmitinsäure«.
3. J. König: »Zur Kenntniss der Methyl-2-Pentansäure-5 und der Löslichkeit ihrer Calcium-, Baryum- und Silbersalze«.

Das w. M. Herr Prof. H. Weidel überreicht eine Arbeit aus dem I. chem. Universitäts-Laboratorium in Wien: »Über einige Derivate der δ-Oxycapronsäure« von Julius Zellner.

Herr Anton Handlirsch, Assistent am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien, überreicht den VII. Theil seiner »Monographie der mit *Nysson* und *Bembex* verwandten Grabwespen.«

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Bergbohm, J., Entwurf einer neuen Integralrechnung auf Grund der Potential-, Logarithmal- und Numeralrechnung. II. Heft: Die irrationalen, experimentalen, logarithmischen und cyclometrischen Integrale. Leipzig, 1893; 8°.

Cayley, A., The collected Mathematical Papers. Vol. VI. (Mit dem Porträt des Verfassers.) Cambridge, 1893; 4°.

Fleischl von Marxow, Ernst, Gesammelte Abhandlungen. I. Anatomie; II. Physiologie; III. Physik; IV. Vermischte Schriften. (Mit dem Porträt des Verfassers und einer biographischen Skizze von Prof. Sigm. Exner). Herausgegeben von Dr. Otto Fleischl von Marxow. Leipzig, 1893; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

CII. BAND. X. HEFT.

ABTHEILUNG III.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN UND DER THIERE, SOWIE AUS JENEM DER THEORETISCHEN MEDICIN.

XXVI. SITZUNG VOM 7. DECEMBER 1893.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII (October 1893) des 102. Bandes der Abtheilung II.b der Sitzungsberichte vor.

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht übermittelt ein im Wege des k. italienischen Ministeriums des Äussern eingelangtes Exemplar des III. Bandes (I. Theil) der Werke Galileo Galilei's. (Edizione nazionale sotto gli auspicii Sua Maestà il Re d'Italia.)

Herr Prof. Dr. Eduard Reyer in Wien dankt für die ihm bewilligte Subvention behufs Ausführung geologischer Experimente, insbesonders über specielle Fälle der Faltung, Ruptur, Eruptionen und Contraction der Erdkruste.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang übersendet eine Abhandlung von Prof. J. Dechant in Wien: »Über magnetische Verzögerungen in Eisenkernen infolge periodisch wechselnder magnetisirender Kräfte«.

Herr Dr. Jaroslav J. Jahn in Wien übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: »*Duslia*, eine neue Chitonidengattung aus dem böhmischen Untersilur, nebst einigen Bemerkungen über die Gattung *Triopus* Barr«.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. »Über einige particuläre Lösungen der Differentialgleichung für die Wärmeleitung in einem

Kreiscylinder und deren Anwendung«, von Prof. Dr. E. Kobald an der k. k. Bergakademie in Leoben.

2. »Beiträge zur Untersuchung der Bewegung eines schweren Punktes auf einer Rotationsfläche vierter Ordnung«, von Herrn Friedrich Schmitt, Oberingenieur i. R. in Wien.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Claus überreicht eine Mittheilung, betitelt: »Die postembryonale Entwickelung der Halocypriden«.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Wien überreicht eine Abhandlung: »Über eine Relation des Herrn Nasimof«.

Herr Franz Kossmat in Wien überreicht eine Arbeit: »Über einige Kreideversteinerungen vom Gabun«.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung von Dr. Max Margules, betitelt: »Luftbewegungen in einer rotirenden Sphäroidschale« (III. Theil).

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Göttert, G. A., Lösung des 210jährigen Räthsels der Schwerkraft. (Hiezu ein Atlas mit 27 Figurentafeln.) Posen, 1893; 8°.

XXVII. SITZUNG VOM 14. DECEMBER 1893.

Der Secretär legt den 60. Band (Jahrgang 1893) der Denkschriften vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. V. v. Lang übersendet eine Arbeit aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität zu Innsbruck von Dr. Gustav Benischke, betitelt: »Zur Frage der Wärmetönung durch dielektrische Polarisation«.

Ferner übersendet Herr Hofrath v. Lang eine im physikalischen Cabinete der k. k. Universität in Wien von Dr. Josef Tuma ausgeführte Arbeit, betitelt: »Zur Theorie der Herstellung hochgespannter Ströme von hoher Frequenz mittelst oscillatorischer Condensatorentladungen«.

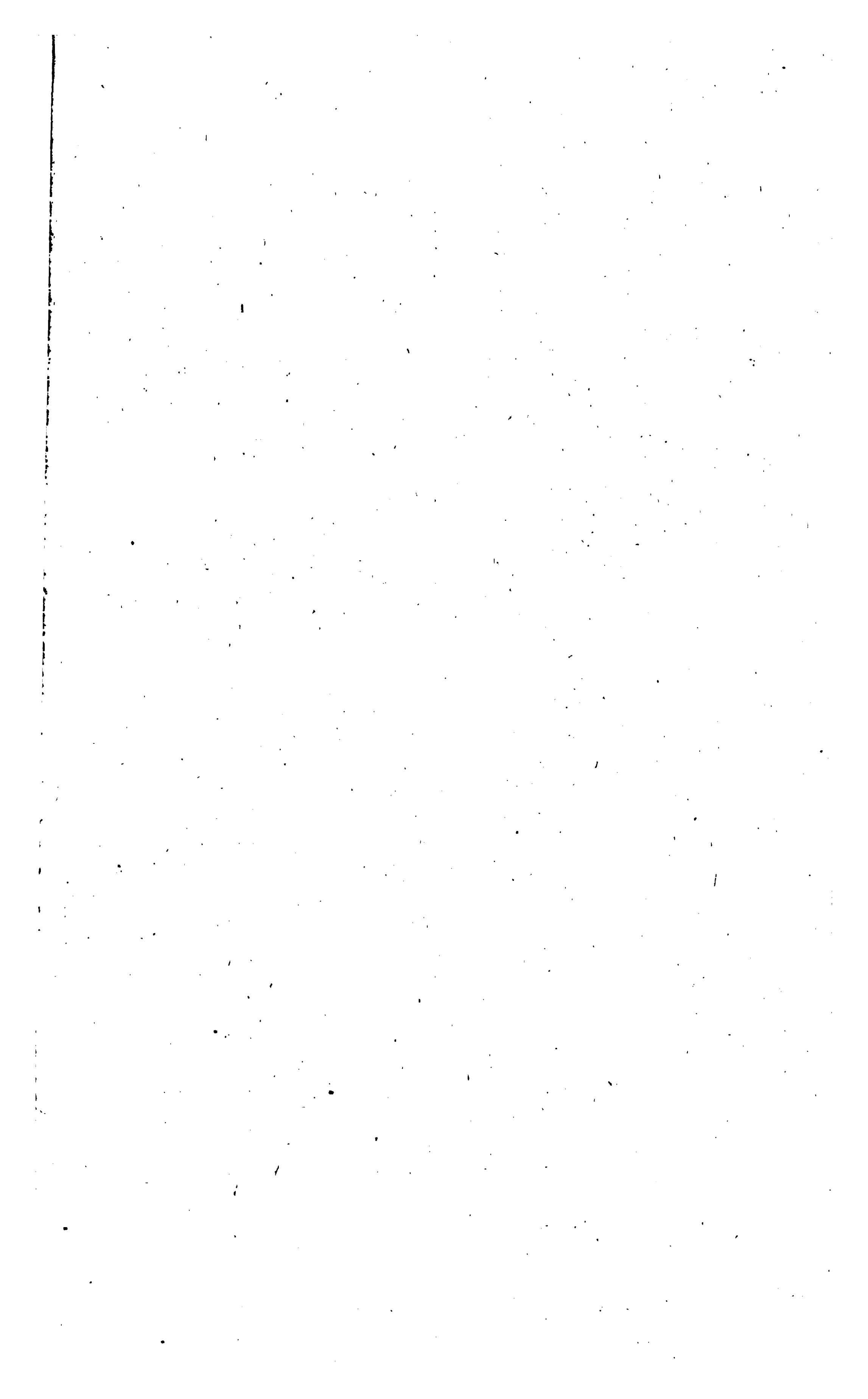
Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. C. Freiherr v. Ettingshausen übersendet eine Arbeit aus dem phyto-paläontologischen Institute der k. k. Universität in Graz, betitelt: »Die Pliocän-Buche der Auvergne«, von Prof. Franz Krašan.

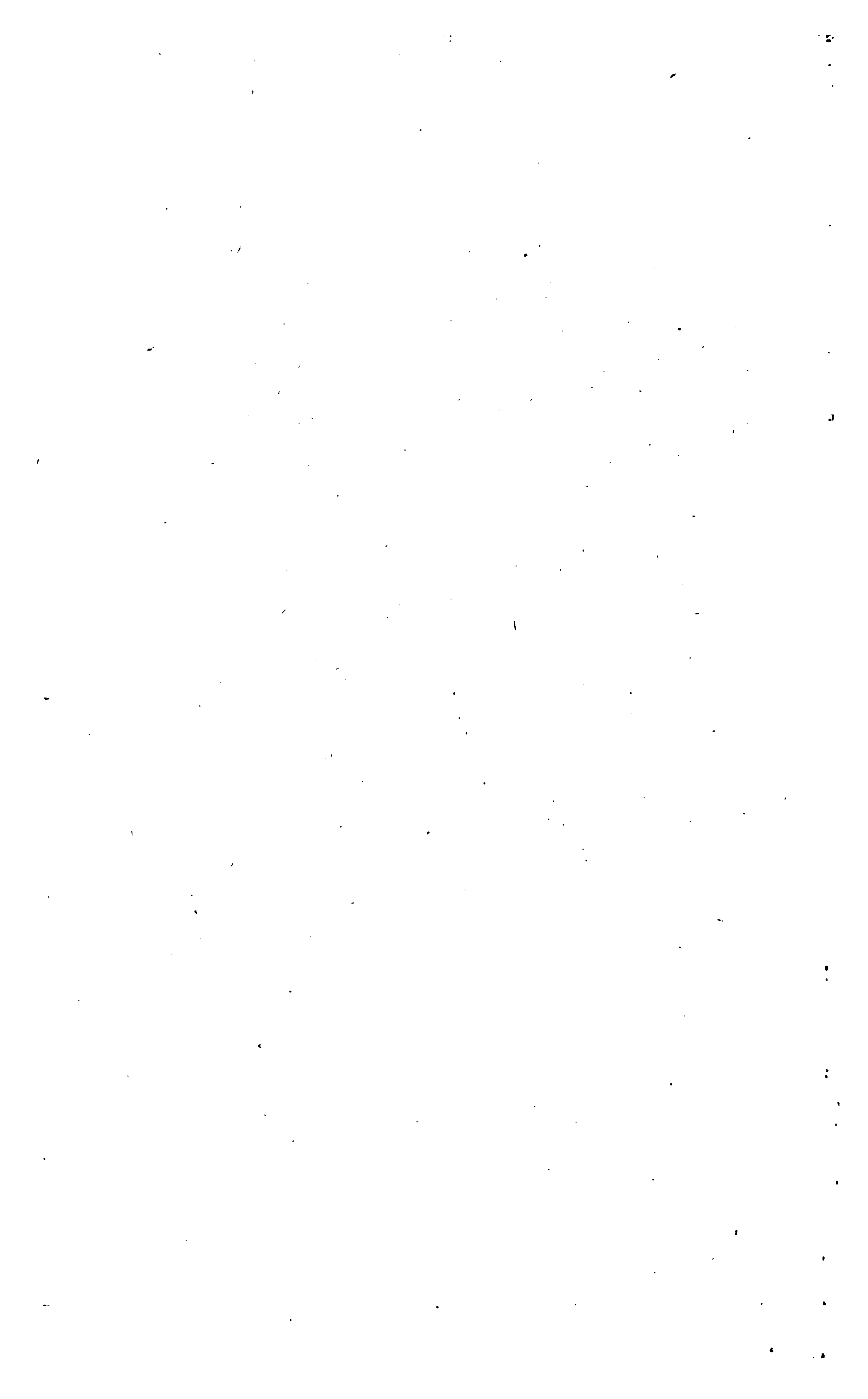
Das c. M. Herr Prof. Zd. H. Skraup übersendet zwei im chemischen Institute der k. k. Universität in Graz ausgeführte Untersuchungen, und zwar:

1. »Über neue Verbindungen der Chinaalkaloide mit Äthyljodid«, von Zd. H. Skraup und F. Konek v. Norwall.
2. »Über den Nachweis von Aluminium im qualitativen Gang«, von Dr. G. Neumann.

Ferner übersendet Herr Prof. Skraup aus demselben Institute folgende Mittheilung: »Über die Verwandlung von Citraconsäure in Mesaconsäure«, von Mag. pharm. R. Franz.

Das w. M. Herr Prof. H. Weidel überreicht eine im I. chemischen Universitäts-Laboratorium in Wien ausgeführte Arbeit von Th. v. Smoluchowski: »Über die Zersetzung der α'-Oxynicotinsäure durch nascirenden Wasserstoff.«






U. HOLZER
BINDER
BOSTON, MASS.

